



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

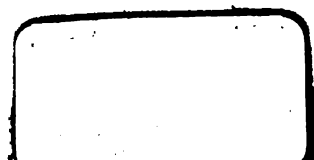
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Ps. 4^{to}
597

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE.
TOME PREMIER.

AMIOFSIH

RE

THE TECHNICAL SCHOOL

AMIOFSIH

HISTOIRE
DE
L'ASTRONOMIE MODERNE
DEPUIS LA FONDATION
DE L'ÉCOLE D'ALEXANDRIE,
JUSQU'À L'ÉPOQUE DE M. D. CC. XXX.

Par M. BAILLY, Garde honoraire des Tableaux du Roi, de l'Académie
Françoise, de l'Académie royale des Inscriptions & Belles-Lettres,
& de celle des Sciences, de l'Institut de Bologne, des Académies
de Stockolm, de Harlem & de Padouë, & de la Société des Antiquités
de Caffel.

NOUVELLE ÉDITION.

*Magni animi res fuit rerum natura latebras dimovere, nec contentum
exteriori ejus conspectu intropicere, & in Deorum secreta descendere.*
Seneca, Quæst. nat. Lib. VI, c. 5.

TOME PREMIER.



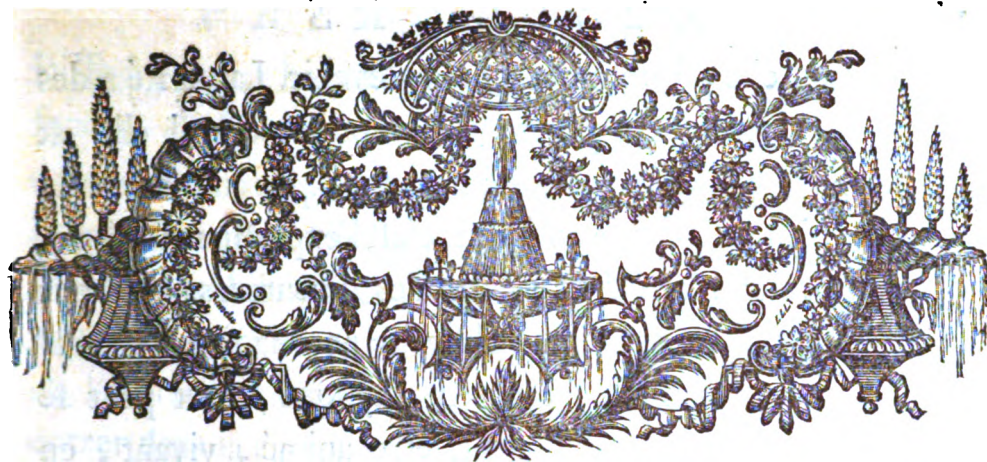
A PARIS,

Chez DE BURE, Quai des Augustins, près la rue Pavée.

M. D. CC. LXXXV.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.





DISCOURS PRÉLIMINAIRE

*Sur la manière d'écrire l'Histoire de l'Astronomie,
& d'exposer les progrès de cette science.*

TANDIS que les grands hommes font marcher les sciences, augmentent le nombre des vérités, par des découvertes nouvelles, l'histoire répand ces vérités, elle fait descendre les connoissances, comme les eaux amassées sur la cime des montagnes, que la pente distribue dans les plaines par des canaux. Ce bienfait des hauteurs appartient aux campagnes; les connoissances les plus élevées appartiennent également à tous les hommes. Nous y sommes parvenus par degrés; les moyens de recherche ont été pris dans la nature, nous l'avons soumise en employant sa puissance contre elle-même; les découvertes sont les œuvres des hommes: il n'y a donc rien dans ces connoissances, dans ces moyens, dans ces découvertes, qui ne puisse être saisi par des lecteurs attentifs. La lecture de l'histoire des sciences ne demande pas que l'on

soit favant , elle est un moyen de le devenir. La vérité a des traits qui doivent frapper tout le monde , quand elle est exposée sans voile ; ce voile qui la cache , qui rend son accès difficile , c'est un langage convenu , c'est l'expression abrégée , qui écrit cette vérité dans la tête des inventeurs. On peut la dépouiller d'une expression abstraite pour la montrer sous une expression sensible : tout est physique , tout peut se revêtir d'images ; le style peut être animé , vivant , en décrivant un univers plein de mouvement & de vie. L'historien a devant lui un grand tableau , les traits , les couleurs y sont , il n'a besoin que de le copier fidèlement pour le placer sous les yeux de ses lecteurs. L'esprit humain a été jeune , il a été pauvre avant d'être riche , il a été ignorant de ce qu'il ne savoit pas , comme ceux des hommes qui lisent aujourd'hui pour s'instruire. Les idées se sont successivement amassées , mutuellement engendrées , l'une a conduit à l'autre. Il ne s'agit donc que de retrouver cette succession , de commencer par les idées premières ; la route est tracée , c'est un voyage qu'on peut refaire , puisqu'il a été fait : l'individu doit marcher dans sa lecture de quelques heures , comme l'espece a marché dans une longue suite de siècles.

Cet ouvrage a plusieurs objets importants : il appartient d'abord aux astronomes , curieux de voir l'ensemble & l'enchaînement des faits qui leur sont connus ; il est encore destiné aux jeunes gens qu'il faut enflammer de l'amour de la science. Quand ils verront la nature , ils l'admireront ; elle a des secrets qui leur sont réservés ; la gloire passée

laisse à l'avenir beaucoup de gloire. Tant de mystères approfondis , expliqués , tant de réponses favorables de la nature enhardissent à l'interroger. Ce spectacle doit exciter l'émulation , développer le génie ; & s'il est un jeune homme , qui , lisant cette histoire de l'Astronomie , puisse voir sans une admiration active & ambitieuse les ressources & les succès de l'esprit humain , ce jeune homme n'est point fait pour entrer dans la carrière. Mais la principale utilité de l'histoire d'une science est de convenir aux gens instruits , qui veulent s'instruire davantage ; elle doit faire connoître la science à ceux qui n'en ont aucune idée. Les hommes se sont partagés les soins & les travaux ; chacun a son district , ses devoirs & sa gloire : l'histoire est un moyen de communication entre les différentes classes ; c'est un compte rendu devant l'espece humaine des travaux de quelques individus. Elle est un témoignage de la hauteur où l'esprit humain est parvenu ; & en communiquant à tous les idées acquises par un petit nombre d'hommes , elle élève la génération vivante à ce niveau de connoissances qui fait les siècles éclairés.

Ces différens objets d'un même ouvrage en rendent la composition difficile ; ils multiplient les écueils dont l'écrivain est entouré. Il faut des détails pour les astronomes consommés , qui veulent y retrouver tout ce qu'ils savent , pour les jeunes gens qui ont besoin d'apprendre ces détails ; il faut à une autre sorte de lecteurs des vues générales & intéressantes , qui soutiennent la curiosité contre la sécheresse de ces détails. L'astronomie est en partie physique & en partie

mathématique ; ces deux parties doivent être unies dans l'histoire , comme elles l'ont été pour les progrès de la science. Mais nous ne montrerons de la partie mathématique que ce qui est absolument nécessaire pour faire connoître les moyens des découvertes , pour établir la foi due aux vérités obtenues. On ne se propose point ici de former des astronomes ; on ne doit donc exposer que les méthodes fondamentales ; le reste appartient aux livres élémentaires. Le physique de l'astronomie est notre premier objet ; il doit dominer , animer tout : nous nous proposons de dire comment & par quel moyen l'homme s'est assujetti l'univers.

Mais les faits de la nature sont infinis comme elle , & les récits de l'histoire ne peuvent l'embrasser toute entière ; l'étendue des explications est également difficile à fixer ; cette étendue pourroit varier autant que les lecteurs. Suivant le degré de leurs lumières , il leur faut une instruction plus ou moins développée , il faut leur présenter des faits plus ou moins ferrés. Dans une nation éclairée , les classes instruites forment comme une échelle assez large par sa base , étroite à son sommet : en montant , la lumière des individus augmente , & leur nombre diminue ; un homme unique fait peut-être à lui seul la plus haute classe & le sommet de la chaîne des êtres intelligens. Dans les vues de la nature il faudroit ne lui montrer que celles qui ont saisi les grandes masses : il est accoutumé à franchir les intervalles , à réduire beaucoup de choses dans un petit espace , à ne voir que leurs sommités ; il n'a besoin que de quelques faits pour embrasser l'histoire
des

des sciences & des siècles. Mais ceux qui ne sont pas encore initiés veulent une peinture plus circonstanciée. Il ne faut point supprimer d'idées intermédiaires; il faut leur montrer comment de petits pas en préparent de plus grands, comment l'esprit d'une génération se compose de l'esprit d'une génération précédente : il faut développer devant eux l'esprit humain, ne point s'ennuyer de suivre sa marche lorsqu'elle est lente; & dès qu'elle devient rapide, il faut montrer qu'elle s'accomplit encore par des mouvemens enchaînés. Il est évident que ce développement devrait être différent pour chacune des différentes classes; il faut donc qu'elles se prêtent toutes pour entendre l'historien, placé à la hauteur de la classe moyenne. Les hommes moins instruits s'élèveront par l'attention; & l'homme assis au premier rang descendra, s'il veut entendre le dénombrement des faits, les voir se succéder dans leur ordre de naissance, suivre l'espèce humaine, qui marche avec le tems, en se perfectionnant toujours, & sur-tout considérer de quel abaissement elle s'est élancée au terme où il a été placé par le génie.

Les progrès que nous allons suivre confirment une vérité déjà connue, c'est que l'esprit humain ne s'avance point par des pas réguliers, par des idées graduées, d'abord simples; ensuite plus composées. Les phénomènes, les êtres nous entourent, une variété infinie brille de toutes parts, la nature est riche, mais comment nombrer & classer ses richesses? Il a fallu diviser cette nature, la considérer sous divers aspects, partager les phénomènes en différentes classes;

& les différentes sciences sont nées. L'optique fut la science de la vision ; la physique considéra les effets des élémens sur notre globe & dans l'atmosphère qui l'enveloppe ; l'astronomie observa les mouvemens des astres , mouvemens exécutés dans des orbites & qui peuvent être représentés par des lignes ; la géométrie s'est occupée des figures & des propriétés de ces lignes , tandis que la mécanique a cherché la loi de ces mouvemens. C'est ainsi que l'homme s'est fait des méthodes , pour considérer dans ses parties ce vaste ensemble de l'univers , qu'il n'a pu d'abord embrasser dans son entier. Cependant il n'est point de phénomène astronomique , qui n'appartienne en même tems à toutes ces sciences. Un astre se meut en suivant certaines loix que la mécanique doit expliquer ; il marche dans des courbes que la Géométrie doit approfondir. Ces phénomènes nous sont transmis à travers le voile de l'atmosphère , qui est un théâtre de changemens & d'illusions : ils sont vus par notre œil dont il faut étudier la constitution , pour apprécier la fidélité ou l'inexactitude de ses rapports ; ils sont vus par le moyen de la lumière dont nous devons approfondir la nature : ils sont observés avec des instrumens dont il est essentiel de découvrir les défauts & les avantages. Analyser pour connoître , réunir ce que nous avons séparé , pour imiter ou pour décrire la nature , voilà notre marche.

Mais lorsque nous avons isolé les sciences pour les proportionner à notre attention , nous n'avons pas encore écarté tous les obstacles ; à la difficulté de voir , de compter les

phénomènes sans nombre , s'est joint la nécessité de les ordonner. Une science est une somme de vérités ; enchaîner ces vérités , les présenter dans leur ordre , depuis la plus simple jusqu'à la plus compliquée , c'est l'objet des élémens. Mais la chaîne suivie de ces vérités n'est pas l'ordre de leurs découvertes ; les élémens décrivent une science déjà faite & construite , nous rendons compte ici du travail & des progrès de sa construction. La nature ne se développe point avec suite à nos regards , elle se laisse voir par intervalles & par parties , ses effets les plus composés sont les premiers apperçus. Les planètes ont paru d'abord tourner autour de la terre , rien n'étoit plus bizarre & plus irrégulier que leurs mouvemens ; il a fallu des siècles pour découvrir le vrai centre de ces mouvemens , & pour les voir dans leur réalité. L'arrangement des corps célestes , qui est une des premières vérités que l'on enseigne , est une des dernières que les hommes ont apprises. L'ordre que nous assignons aux choses n'est donc point essentiel à la nature ; cet ordre est notre manière de voir , & la méthode la plus favorable à notre faible conception. L'histoire , comme les élémens , développe nos connoissances , mais dans un ordre contraire : elle montre la nature comme les hommes l'ont vue ; d'abord vaste & compliquée , ensuite devenant de plus en plus simple par les travaux des hommes & avec les siècles accumulés. L'histoire ne feroit point assez en exposant les vérités découvertes ; il faut peindre les difficultés , il faut sur-tout compter les efforts & les moyens. Ce n'est plus , comme dans les élémens , la

b ij

description détaillée & ordonnée d'un grand pays ; c'est le récit d'un voyage dans une route tortueuse & semée d'obstacles , qui n'ont cédé qu'au courage & à l'industrie. Mais ces succès n'ont été obtenus qu'après des chûtes , les efforts n'ont été heureux qu'après des efforts inutiles. Le premier devoir de l'historien est d'être fidelle ; il ne doit point cacher les vices de son héros : nos misères , comme notre grandeur , sont notre histoire. On nous pardonnera donc de détailler les idées absurdes , qui ont précédé la vérité & mêlé quelquefois leur ombre à sa lumière. Ici le héros est l'esprit humain ; nous devons dire ses méprises & même ses erreurs , en même tems que nous montrons sa gloire ; c'est le tableau de ses foiblesses & de son énergie.

Mais comment considérer cette grande & longue opération , qui a fait sortir du tems les sciences & leurs vérités ? Dans quel point de vue doit-on placer le lecteur pour qui cette histoire est tracée ? Est-ce le tableau , l'enchaînement des vérités , la suite de leurs générations , qui feront l'objet principal de l'historien , ou doit-il décrire , avant tout , le travail & les efforts des hommes ? Ordonnera-t-il son récit pour les découvertes , ou pour les artisans de ces découvertes ? L'homme s'est fait des états dans l'empire de la nature ; les hommes de génie , qui ont fondé , changé ces états , se sont montrés comme des rois. L'histoire politique a trop souvent oublié le genre humain pour ne s'occuper que d'un petit nombre d'hommes ; les rois étoient tout pour elle , & nous ne lisons que le récit de leurs passions redou-

tables , & de leur gloire toujours coûteuse. La philosophie , qui doit parler dignement des sciences , imitera-t-elle son exemple ? Ne doit-elle pas oublier tout pour l'édifice qu'elle se propose de décrire , & nommer seulement les architectes , pour les dévouer à la reconnoissance ? Mais l'histoire des sciences differe de celle des empires ; l'histoire politique montre les ouvrages des hommes en corps de nation ; elle parle des intérêts de tous , elle embrasse les mœurs qui sont perfectionnées ou corrompues par la multitude. Cette histoire est le résultat d'efforts infinis , d'intérêts balancés , de moyens combinés. Lorsqu'un homme a fait une révolution , a changé la face d'un empire , si l'on veut peindre son entreprise , il ne suffit pas de montrer sa pensée ; il faut , lorsqu'il exécute , dévoiler les obstacles qui l'ont gêné , les forces dont il s'est aidé. L'histoire n'eût rien fait pour notre instruction , en montrant l'homme seul avec les événemens ; la *multitude* qui est derrière lui , a des intérêts & des passions dont le politique profite , mais qui sont la source & les moyens des changemens.

Les sciences , comme les événemens , sont les ouvrages des hommes , mais la multitude n'y a point de part ; la multitude les ignore ou les regarde avec indifférence : ceux qui les cultivent sont une classe isolée. Dans le monde politique , comme dans le monde physique , le mouvement ne cesse jamais , les hommes y sont toujours agissans comme la nature ; l'état présent , en naissant du passé , enfante l'état futur : mais dans le monde savant , la classe éclairée &

productive n'a pas un mouvement continu. Quoiqu'on puisse considérer le genre humain comme un individu toujours subsistant, qui embrasse les siècles par la vie & l'intelligence de l'espèce, cet individu a des momens d'inertie ou de sommeil. L'esprit humain est la somme des pensées de tous les hommes instruits ; c'est le génie ajouté au génie depuis le commencement des choses : mais il a ses repos & ses stations ; & comme sa marche inégale est interrompue, ce sont des individus qui renouent le fil des travaux & des recherches ; ce sont eux qui font naître, ou précipitent le mouvement. Ces individus, à qui il est donné de conduire & d'élever l'esprit humain, sont donc seuls les auteurs des progrès ; c'est en eux seuls que cette faculté réside. Un homme a inventé une science, jusques-là l'histoire de cette science n'est que la suite de ses pensées ; un autre homme saisit son idée, il l'aggrandit par ses méditations ; des hommes séparés par des siècles, se transmettent la science, elle est murie, étendue, développée dans leurs têtes.

Hypparque paroît être le premier qui ait vu l'astronomie dans son entier, qui ait conçu l'idée d'en faire une science régulière ; il montra ce qu'il falloit faire, il le commença. Ptolémée reprit son dessein, & l'exécuta dans toute son étendue ; il construisit l'édifice, qui eut assez de solidité pour durer quatorze siècles. Cet édifice fut admiré, respecté, mais on n'osa pas y toucher ; à peine le seul Albategnius y ajouta-t-il quelque chose. Copernic eut le courage de le détruire ; il se montra en législateur des esprits, qui vient changer les

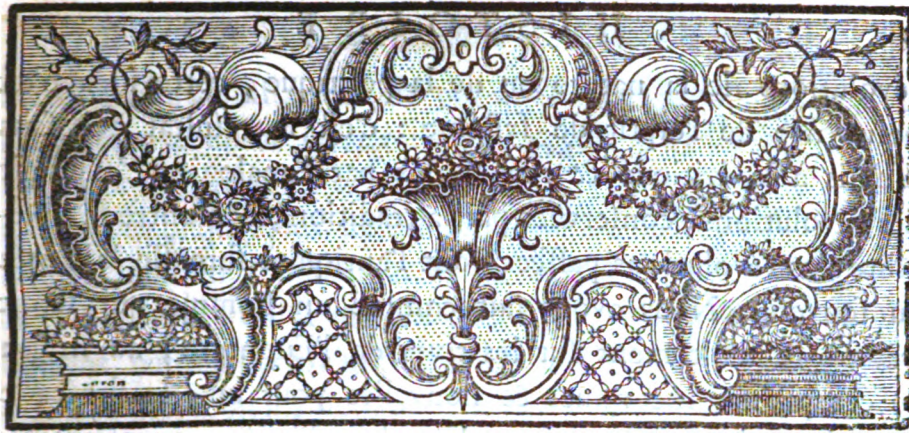
idées & diriger l'opinion. Tycho , plus astronôme que philosophe , en amassant un trésor d'observations , s'éleva contre la vérité ; il en retarda les progrès : dans le moment où la nature venoit d'être dévoilée , il osa produire un système encore plus défectueux que celui de Ptolémée. Képler , appuyé sur les observations de Tycho même , mais plus philosophe que lui , rappela la vérité qu'on alloit proscrire. L'instinct du génie le persuada de la simplicité des causes , il la chercha partout , il ne laissa rien subsister de l'édifice des anciens. Copernic avoit placé le soleil au centre du monde , Képler plaça dans cet astre la force qui domine & gouverne tout ; il bannit les mouvemens circulaires jusqu'à lui trop respectés ; il montra la vraie forme des orbites , & depuis lui , nous voyons les planetes marcher dans des ellipses dont le soleil est le foyer commun ; il força la nature de lui révéler les loix de ces grands mouvemens : en un mot , il changea tout. Lorsque Galilée , Huygens & Dominique Cassini , revêtus d'un nouvel organe , eurent décrit les merveilles du ciel , lorsque les Académies furent fondées , & que la nature investie , assiégée de plus de regards , sembla s'abandonner à la curiosité humaine , un plus grand nombre d'hommes devinrent ses observateurs ; mais on compte encore le petit nombre de ceux qui furent ses vrais interprètes. La théorie des causes commençoit à naître. Galilée montra la loi de la chute des corps , Huygens celle de la force centrifuge , il appliqua le pendule aux horloges , & l'astronomie reçut de ses mains un instrument pour mesurer le tems & l'espace ;

cet instrument devoit révéler les variations de la pesanteur & la figure de la terre. Enfin on voit Newton s'élever, comme un chêne au milieu de ces grands hommes, dominer tout par la force de sa tête, tout embrasser par l'étendue de son génie ; doué sur-tout d'un ensemble dans les idées, pareil à celui qui réside dans l'univers, Newton assemble devant lui les phénomènes, remonte aux causes qui lui étoient réservées, & développe le phénomène général de la nature.

C'est dans ces grandes têtes que l'esprit humain a vécu ; c'est là que les ressources sont nées, que les efforts ont été produits, les succès obtenus. La science a été moulée dans leurs conceptions, a reçu l'empreinte de leur esprit ; c'est donc là que réside réellement son histoire. Nous ne voyons que des hommes qui se succèdent, qui ajoutent plus ou moins à ce dépôt, qui embellissent, ou qui dégradent l'édifice des sciences ; mais ce long travail de l'espece est le résultat des travaux particuliers. La science n'est que le produit, la succession des opérations du génie ; & son histoire est l'histoire des hommes & de leurs pensées.



HISTOIRE



HISTOIRE

D E

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE PREMIER,

*De l'Ecole d'Alexandrie & des Astronomes qui ont précédé
Hypparque.*

§. PREMIER.

EN cherchant les premiers pas de l'esprit humain , en parcourant l'histoire de l'Astronomie ancienne , nous n'avons apperçu que des débris ; nous n'avons rencontré que les vestiges d'une science détruite , d'une institution primitive , dont les restes attestent l'éclat & la splendeur. Sans doute ces débris se tenoient par une chaîne , aujourd'hui brisée & perdue , ou du moins cachée dans l'obscurité des tems. Si nous avons conçu l'idée d'un ancien état des sciences , changé , effacé par les

Tome I.

A

révolutions de la nature ou de la politique, cette idée n'est point née de l'esprit de système : c'est le résultat des faits soumis à la critique & rapprochés par l'analogie. L'exemple des révolutions, conservées par la tradition, démontre la possibilité des révolutions passées dont l'antiquité surpasse la durée du souvenir. Nous avons fait comme un homme qui seroit transporté subitement sur les rives de l'Euphrate ; au milieu de ces plaines inconnues & nouvelles pour lui, le spectacle de vastes ruines, en partie cachées sous l'herbe, ou couvertes par le sable, ces colonnes superbes qui restent debout pour montrer la hauteur des édifices, ces débris de la magnificence & de l'industrie, ces marbres sculptés, chargés d'inscriptions, lui feroient concevoir tout à coup l'idée d'une grande ville : il n'auroit pas besoin de savoir que là fut Babylone ; le plan & l'ordonnance des édifices, le génie de l'ensemble & des grands effets ont disparu ; mais aux détails qui sont l'ouvrage des arts, à l'immensité des édifices qui est le produit de la richesse & de la puissance, il reconnoîtroit l'antique demeure d'une nation civilisée & nombreuse.

§. II.

UNE preuve que les sciences orientales n'étoient composées que des débris de connoissances plus anciennes, conservées, mais non augmentées par leurs possesseurs, c'est que les Grecs établis à Alexandrie ont tout recommencé (a). Ils avoient renversé l'empire de Babylone, ils s'étoient emparés du trésor de ses sciences. En succédant aux Chaldéens, ils ont fait usage de leurs longues observations ; ils auroient pu profiter également de leurs travaux, ils auroient dû suivre le fil de leurs

(a) Eclaircis. Liv. I, §. 2.

DE L'ASTRONOMIE MODERNE.

idées. Mais ce fil n'existoit pas chez les Chaldéens. Utiles à l'Astronomie en accumulant les faits, en préparant les matériaux pour l'édifice du monde; ils ont conservé quelques connoissances, quelques déterminations qui leur ont été transmises, sans en soupçonner ni les rapports, ni la valeur. La suite des idées, ou la marche de l'esprit inventeur étoit entièrement perdue lorsqu'on recueillit ces connoissances, & les garans, les témoins de leur exactitude avoient disparu. Cette exactitude étoit tellement ignorée, qu'Hipparque, comme nous le verrons bientôt, à force de travail & de recherches, établit plusieurs fois à la place de ces déterminations anciennes des déterminations moins exactes. Les observations qui les avoient fondées, n'ont donc pas été faites chez les Chaldéens; sans quoi Hipparque qui avoit puisé chez eux, auroit été dans le cas d'apprécier les connoissances précieuses qu'il a rejetées. Les tems du regne des Chaldéens, des Indiens, & des anciennes nations connues dans l'Asie, sont donc des tems d'oubli; c'est une lacune dans l'histoire de la science. Si l'on a pu être surpris que nous ayons fait remonter aux derniers siècles avant notre ère, à la naissance de l'école d'Alexandrie, l'origine de l'astronomie moderne qui fleurit aujourd'hui en Europe; ce n'est pas sans raison que nous avons choisi cette époque. Les tems d'ignorance ont mis une séparation absolue, une véritable barrière entre la première astronomie détruite dans des siècles très-reculés, & l'astronomie renouvelée dans Alexandrie. Là tout a été recommencé: l'édifice a été reconstruit par ces fondemens; & ces fondemens sont encore aujourd'hui ceux de l'astronomie que nous avons perfectionnée.

HISTOIRE

§. III.

APRÈS la mort d'Alexandre , après le partage de sa grande succession , l'ambition tranquillisée , c'est-à-dire , épuisée par ses efforts , forcée à l'équilibre par les résistances réciproques , laissa respirer sous différens maîtres les peuples de ce vaste empire , & Ptolémée Soter se reposa sur le trône d'Egypte. C'étoit le pays des sciences ; les Grecs étoient accoutumés à les y venir chercher ; il étoit naturel que Ptolémée se proposât de les cultiver. Il commença des établissemens utiles , & Ptolémée Philadelphie son fils , en lui succédant , acheva son ouvrage. Il annonça des bienfaits & surtout des honneurs. Tout ce que la Grece avoit de gens célèbres accourut en foule pour illustrer son regne. Il leur prépara un asile dans le *Museum* , dont le projet étoit d'un homme éclairé , & la fondation digne d'un grand prince. C'étoit un superbe bâtiment , composé de galeries , de grandes salles pour conférer des matieres de littérature & de sciences. Les savans y étoient logés & entretenus. Là étoit cette fameuse bibliothèque , & ces nombreux manuscrits que Demetrius de Phalere rassembla avec tant de soins & de dépenses ; là étoit sans doute l'observatoire des Hypparque & des Ptolémée. Le Prince aimoit ce sanctuaire des sciences comme son ouvrage & comme le fondement de sa gloire dans les siècles à venir. Disons que cette immortalité , justement méritée , fut plutôt la récompense que le motif de Ptolémée Philadelphie. Il paroît avoir aimé les lettres pour elles-mêmes ; & par une contradiction qui n'est pas rare dans les hommes , & sur-tout dans les Princes , quoiqu'il eût fait périr deux de ses freres & ce Démétrius de Phalere qui avoit osé dire la vérité à Ptolémée

DE L'ASTRONOMIE MODERNE.

5

Soter (a), il étoit cependant né avec ces inclinations douces qui font le bonheur des peuples. Ces inclinations, en éloignant le Souverain de la gloire des armes, lui en montrent une autre plus réelle dans le commerce, & les arts qu'il fait fleurir, dans l'abondance qui naît à leur suite ; & dans les lettres, qui donnent de l'éclat à tous ces avantages solides. Les savans, qui habitoient le *Museum*, étoient honorés de la présence du Prince, après l'avoir été de son choix. Il conversoit avec eux, il entretenoit l'émulation dans un lieu où l'aisance, l'oubli de tous les soins auroient pu introduire le relâchement & l'oisiveté. Les bienfaits, les récompenses sont des encouragemens pour tous les hommes ; mais ils ne suffisent point à l'homme de lettres. Il a l'ame plus délicate : la faculté de penser chez lui plus exercée, une connoissance plus vraie de la nature des choses, lui font dédaigner ces vulgaires objets des desirs humains ; il sent que la nature l'a fait pour être distingué : l'estime élève son ame ; c'est le coup d'œil immédiat des Rois qui donne à la puissance de l'esprit toute son énergie, & force le génie à se déployer ; il échauffe, il remue les esprits, il transforme les hommes. Cette magie est la seule qui existe sur la terre. Heureux les Rois de répandre un charme autour d'eux, & de n'avoir besoin que d'une volonté pour faire de grandes choses !

S. I V.

L'ÉCOLE d'Alexandrie, fondée par Ptolémée Philadelphe, subsista pendant près de dix siècles, & jusqu'à l'invasion des Sarrazins, qui, soumettant l'Egypte à un nouvel empire, dispersèrent les savans, brûlèrent la fameuse bibliothèque, & y

(a) Il avoit dit que c'étoit l'aîné des fils, & non Ptolémée Philadelphe qui devoit

succéder à son pere. Philadelphe, quand il fut Roi, s'en vengea en le faisant mourir.

ramenerent à jamais le regne de l'ignorance & de la barbarie.

Cette École qui a produit de très-grands hommes, quoiqu'établie en Egypte, à Alexandrie même, est vraiment une École grecque; ce sont des Grecs qui l'ont illustrée. Parmi ceux dont nous allons rapporter les travaux, on ne trouvera d'Egyptien que Manéthon, qui fut plutôt astrologue qu'astronôme; & Ptolémée, qui fait sans doute beaucoup d'honneur à son pays, mais qui fut formé par les Grecs ses prédécesseurs. Ce peuple, né pour perfectionner tout ce qu'il n'inventoit pas, débarrassa l'astronomie du voile dont les Prêtres Egyptiens l'avoient couverte, & par ses écrits, par ses découvertes, fit naître la lumière pour le reste de l'Europe.

§. V.

Nous avons vu les premiers Philosophes Grecs, dénués du secours des observations, former des conjectures le plus souvent ridicules sur la nature, la grandeur & la distance des astres; nous les avons vus faire usage des connoissances étrangères pour régler leur calendrier sur les mouvemens du soleil & de la lune. L'astronomie ne leur a dû tout au plus que ces calendriers rustiques, où les levers & les couchers des étoiles régloient les travaux de la campagne. Encore peut-on penser que la collection seule leur appartient; l'idée & l'origine de ces calendriers fut primitivement en Asie & aux Indes (a). L'astronomie prend ici une face nouvelle. Nous allons voir des observations vraiment astronomiques, faites avec des instrumens susceptibles d'une certaine précision; des hypothèses proposées pour l'explication du mouvement des

(a) Astronomie ancienne, Liv. III, §. 10; Liv. VII, §. 6; Liv. 8, §. 14.

planètes ; le mouvement progressif des étoiles découvert ; leurs positions observées, & consignées par Hypparque dans un catalogue pour servir de monument & de terme de comparaison à la postérité.

§. VI.

ON peut être curieux d'examiner pourquoi l'Egypte, si célèbre dans l'antiquité par les sciences, n'a cependant rien fait pour l'astronomie pendant tant de siècles ; pourquoi les Prêtres de Thebes & de Memphis, qui ont connu 2800 ans avant notre ère la durée de l'année de 365 jours & un quart, n'ont pu depuis rectifier cette connoissance & faire un pas vers la perfection ; il a fallu que des étrangers, après trente siècles, vinssent retrancher quelques minutes de cette durée, pour approcher plus près de la véritable. C'est que les Prêtres d'Egypte étoient alors ce que sont aujourd'hui les Italiens ; ils montrent des chefs-d'œuvres de peinture, & n'en font plus. Ces Prêtres, riches de quelques dépouilles étrangères, communiquoient avec beaucoup de mystère le peu qu'ils savoient, & faisoient croire par ce mystère qu'ils en savoient beaucoup davantage. Tous ces pays, qui avoisinent la zone torride, n'ont jamais été favorables au génie. Il appartient exclusivement aux zones tempérées. La perfection de l'espèce humaine se trouve entre les glaces du nord & les ardeurs du midi ; également éloignée de la férocité des hommes dans les climats durs, & de leur mollesse dans les climats chauds. L'invention, le génie, sont les enfans de la méditation & du loisir. La nature, qui a tout nuancé sur le globe, a placé les progrès des arts, le développement entier de l'esprit humain, dans un milieu qui sépare les climats où tout force au travail, & ceux où tout invite à la paresse. Là le travail & le loisir se touchent & se

succèdent ; & la réflexion de l'homme qui se repose , guide l'industrie de l'homme qui travaille.

Si l'on demande pourquoi les Grecs , qui depuis Thalès s'étoient épuisés en raisonnemens , en conjectures sur la nature des astres & sur leurs mouvemens , mais qui n'avoient fait aucun progrès en astronomie , en ont fait tout-à-coup de si rapides sous des Rois étrangers , on verra facilement que le peuple , vainqueur de l'Asie & de l'Inde , s'étoit enrichi de leurs dépouilles : maître de Babylone , il s'étoit saisi de cette longue suite d'observations que le tems & la constance y avoient accumulées ; recueil de faits & de vérités , où l'esprit inventeur devoit chercher les loix du mouvement des corps célestes & le système du monde. Les Grecs , munis de ces trésors , trouvèrent dans Alexandrie la protection , l'encouragement des Rois , un asile de paix & de loisir , une bibliothèque immense , dans un tems où les livres étoient rares : ils eurent des émules , des successeurs ; & les progrès furent rapides , parce qu'à cette époque ils joignirent le génie au savoir de tous les tems & de tous les pays , sans lequel le génie ne peut rien.

§. VII.

ARISTILLE & Timocharis furent les premiers observateurs de l'école d'Alexandrie. Ils florissoient sous Ptolémée Soter , vers l'an 300 avant J. C. Ils s'occupèrent particulièrement de l'observation des étoiles , pour fixer leur position dans le ciel , & non pour annoncer leurs levers & leurs couchers , suivant l'usage des Orientaux & des anciens Grecs. L'inspection des observations chaldéennes , l'esprit de raisonnement , dont les Grecs étoient doués , les conduisit à ce travail. La route des voyageurs sur la terre est marquée par les villes qu'ils ont traversées , la route des planetes dans le ciel est désignée par les

les étoiles qui se trouvent sur leur passage. On se contenta long-tems d'indications assez grossières. Quand on voulut connoître la position successive des planetes avec plus d'exactitude, on employa la méthode des alignemens (*a*); on joignit les étoiles voisines par des lignes, qui déterminoient le lieu de la planete dans leur intersection. Mais il est évident que ces méthodes demandoient que le lieu même des étoiles fût fixé. Si lors de la glorieuse retraite des dix mille, la position des villes où Xenophon passa, n'avoit pas été connue, son itinéraire seroit entierement inutile. Les Chaldéens ne songerent pas à ces méthodes, & rien ne prouve mieux qu'ils n'ont jamais eu l'idée de la science qu'ils ont paru cultiver. Aristille & Timocharis se demanderent sans doute quel étoit le but de l'astronomie. Ils virent que l'astronomie a pour objet de connoître le ciel, de déterminer le lieu des astres qui sont en repos, & dont les configurations réciproques ne changent jamais (*b*). Ces astres sont les étoiles fixes. Le but de l'astronomie est encore d'observer le mouvement des planetes, de découvrir le sens & la courbure de leurs orbites. La trace invisible de ces planetes est marquée par les étoiles dont elles s'approchent; il faut donc, avant tout, déterminer la position des étoiles. Cette connoissance est donc essentielle; c'est la base de toutes les recherches. Ces travaux, ainsi combinés & dirigés vers une connoissance fondamentale, annonçoient la vraie route & une idée juste de la science. C'est l'éloge de Timocharis & d'Aristille.

§. V I I I.

IL paroît que les anciens ont commencé quelque dénóm-

(*a*) Ptol. Almag. Lib. IX, c. 7, 10.

Tome I.

(*b*) Astr. anc. Liv. II, §. 5.

B

brement des étoiles, avant l'école d'Alexandrie ; nous exposerons des faits qui ne permettent pas d'en douter (a). Ils avoient certainement une description du ciel, partagé en constellations, témoin celle qu'Eudoxe nous a laissée. Les figures dessinées, qui enferment ces constellations, servoient en même tems à désigner les étoiles. On disoit l'étoile qui est à l'œil du Taureau ; celles qui sont aux extrémités des cornes ; l'étoile qui est au cœur de l'Hydre, au pied ou à la ceinture d'Orion, &c. Les astronomes d'Alexandrie sentirent que ces déterminations étoient trop vagues ; ils imaginèrent, ou du moins ils adoptèrent une méthode plus précise ; ce fut de comparer le lieu des étoiles au pôle & aux cercles, par lesquels les anciens avoient divisé le ciel : cercles fictifs, mais fixes, ou du moins qui étoient censés l'être. Ils choisirent l'équateur & les deux points des équinoxes déterminés sur ce cercle. On pouvoit désigner facilement la position de toutes les étoiles qui se rencontrent dans l'équateur, en mesurant leur distance à l'un des équinoxes. C'est ainsi qu'ils reconnurent que l'étoile qui brille dans la constellation de la Vierge, & qui appartient à l'épi qu'elle tient dans sa main, précédoit alors l'équinoxe d'automne de 3° (b). Ce qui signifie que par la révolution diurne, elle arrivoit au méridien plutôt que cet équinoxe ; c'est le sens du mot *précéder*. Si elle eût passé au méridien plus tard que l'équinoxe, on auroit dit qu'elle le *suivait*. Quant aux étoiles qui sont placées hors de l'équateur, il fallut inventer une nouvelle relation ; & cette relation fut la quantité même dont elles s'en écartoient. Les colures sont de grands cercles qui passent par les pôles, & qui coupent l'équateur dans les deux points des équinoxes. (c). On en imagina

(a) *Vide infra* Liv. III, §. 24, Liv. VII, §. 8.

(b) *Infra*, *Eclairc.* Liv. I, §. 2.

(c) *Astronomie ancienne*, Livre II,

§. 24.

de pareils qui passolent également par les pôles & par chacun des points de l'équateur ; en conséquence chaque étoile du ciel eut le sien. Ces cercles sont partagés en deux moitiés par leurs interfections avec l'équateur , & ces moitiés sont encore divisées en deux parties égales par les deux pôles. L'intervalle entre l'équateur & le pôle embrasse un quart de la circonférence , ou 90° de ces cercles. On eut donc un moyen de fixer le lieu des étoiles qui s'écartoient de l'équateur , en mesurant , en comptant sur ces cercles le nombre des degrés entre l'étoile & le pôle , ce qui s'appela *distance* au pôle , ou bien entre l'étoile & l'équateur ; distance qui fut nommée *déclinaison*. Les travaux de ces premiers Astronomes furent l'observation de la déclinaison des plus belles étoiles , & de leur distance à l'équinoxe , que nous nommons aujourd'hui *ascension droite*. Nous n'avons point osé assurer que cette méthode de rapporter le lieu des étoiles aux cercles de la sphere , fût une invention d'Aristille & de Timocharis , parce qu'on en retrouve des traces chez les anciens Orientaux (a) , & qu'il est possible que les Grecs d'Alexandrie en aient emprunté la connoissance. On ne peut au moins leur contester le mérite d'en avoir senti tous les avantages , & en la consacrant par l'usage , ils eurent la gloire de laisser une méthode fondamentale.

§. I X.

Ces importans travaux ne se firent point sans quelque instrument. Nous avons dit qu'on déterminoit le lieu des planètes par des alignemens tirés aux étoiles voisines ; on exprimoit encore les distances par le moyen du diamètre de la lune.

(a) *Infrà.*

On disoit, par exemple, tel jour, à telle heure, Mercure étoit d'une lune moins avancé dans l'équateur que l'étoile nommée *l'épi de la Vierge*; il étoit plus septentrional de deux lunes. Ce qui prouve, pour le remarquer en passant, que les anciens ont eu, même avant Hypparque, & avant l'école d'Alexandrie, une évaluation du diamètre de la lune; car on ne se sert pour mesure commune, que d'une quantité déjà connue & mesurée elle-même. Mais ces estimations toujours susceptibles d'erreur, n'étoient pas praticables pour de grandes distances, telles que celles des étoiles qui s'éloignent de 30, 50 degrés & plus de l'équateur. Elles n'ont pu être fixées qu'avec un instrument, & par conséquent avec une armille. Nous ne prétendons point décider ici la date de l'invention de cet instrument, ni l'attribuer exclusivement à l'école d'Alexandrie. Nous avons fait voir que cette invention étoit fort ancienne, & qu'elle a dû appartenir aux tems de l'astronomie primitive (a). Mais nous pensons qu'elle fut inconnue à Babylone (b), & renouvelée à Alexandrie, ce qui est une espèce d'invention.

§. X.

LES observations d'Aristille & de Tymocharis, quoiqu'elles eussent sans doute l'inexactitude des premiers essais, ne furent pas inutiles à Hypparque, & servirent de base à quelques-uns de ses travaux. Nous n'avons point leurs ouvrages; peut-être existent-ils encore dans l'Asie (c). Ils existoient du moins aux tems de Ptolémée qui les cite (d). Le recueil de cet astronome, magnifique dépôt des connoissances astronomiques de l'école d'Alexandrie, ce livre nommé par excellence l'*Almageste* ou

(a) Astron. anc. Liv. II, §. 19.

(b) *Infrà*, Eclairc. Liv. I, §. 3.

(c) Eclairc. Liv. I, §. 4.

(d) Almag. Lib. VII, §. 2 & 10.

le *grand ouvrage*, a sans doute fait négliger les écrits des anciens astronômes, & les a fait disparaître. Semblable à un fleuve grossi du tribut de mille ruisseaux, dont les eaux sont confondues & les noms ignorés, l'Almageste a été considéré long-tems & avec raison comme un recueil complet de toutes les connoissances astronomiques ; de-là l'idée qu'il étoit le seul nécessaire. On a regardé les observations antérieures comme des échaffauds, qui avoient servi dans ce livre à construire la machine du monde. L'ouvrage fini, les anciens recueils ont paru inutiles ; on ne les a plus consultés, ils se sont détruits. Nous ne doutons pas que l'estime qu'on a faite de l'Almageste, ne nous ait fait perdre une infinité d'autres restes précieux de l'astronomie ancienne.

§. X I.

DANS le même tems Aratus, un poète naissoit pour l'astronomie à Solis, ville de l'Asie mineure. Quoiqu'il ne fût pas de l'école d'Alexandrie, l'ordre des tems exige que nous en parlions ici. Il fleurit vers l'an 276 avant J. C., sous le regne d'Antigone, surnommé Gonatas, Roi de Macédoine. Ce Prince l'engagea à mettre en vers les deux ouvrages d'Eudoxe (a), & à embellir du charme de la poésie tout ce qui étoit connu alors de la science astronomique. On ajoute qu'Aratus étoit médecin, & qu'Antigone ayant auprès de lui un astronôme nommé Nicandre, chargea ce médecin d'écrire sur l'astronomie, & l'astronôme sur la thériaque. Ils firent l'un & l'autre un mauvais ouvrage, ce qui est aisé à croire. L'auteur anonyme de la vie d'Aratus détruit cette historiette, en prouvant que Nicandre étoit fort postérieur à Aratus (b). Elle se détruit

(a) Hist. de l'astr. anc. Liv. IX, §. 9.

(b) In. vitâ Arati. Uranolog. p. 272.

d'elle-même par son peu de vraisemblance. Antigone eût été fou, comme ce grand seigneur qui distribua par le sort à ses domestiques le poste qu'ils devoient occuper dans la maison. D'ailleurs l'ouvrage d'Aratus étoit bon pour son tems, ce sont de beaux vers traduits fidèlement de la prose d'Eudoxe. S'il y a des erreurs, elles appartiennent à l'astronôme. Cicéron a donné des éloges à l'auteur comme poète (a). Selon Quintilien (b), le poème d'Aratus manque de mouvement, de chaleur, de variété & d'éloquence. Ces défauts appartiennent au sujet plutôt qu'à la manière dont il est traité. La description du ciel est un ouvrage aussi monotone qu'utile; la fable, qui y est mêlée peut introduire quelques peintures agréables, mais le sujet n'est susceptible, ni de mouvement, ni de chaleur, ni même de variété. Le véritable éloge du poème d'Aratus, c'est qu'il est resté, tandis que d'autres ouvrages du même genre sont oubliés & perdus (c). Le tems ne conserve que les ouvrages qui se défendent contre lui.

§. XII.

ARATUS décrit les figures, ou les constellations que les anciens astronomes ont tracée dans le ciel, leur position réciproque (d), les principales étoiles qui y brillent, l'origine de leurs noms, les fables, qui, suivant les Grecs, y donnerent lieu. Aratus décrit ensuite les saisons, ou les intempéries, nées du mouvement du soleil dans le zodiaque, ainsi que les levers & les couchers des étoiles, par lesquels ces intempéries étoient alors annoncées; il finit par rapporter les règles qui servoient de fondement aux prédictions. Les anciens tiroient des préfaces de la lune, de la couleur du soleil, des nuées, des

(a) *De oratore*, I, 16.(b) *Institut. orat.* X, 1.(c) *Eclairc.* Liv. I, §. 5.(d) *Ibid.* Liv. I, §. 6.

parhélies, des paraselenes (a), des étoiles tombantes, du vol des oiseaux, &c. C'est ainsi que le système qui ne fait qu'un tout de la nature, le système qui suppose que tous les évènements sont liés, & que les contingens peuvent être réciproquement les signes & les annonces les uns des autres, après avoir produit l'astrologie, a fait naître différentes espèces de divinations, qui ne sont que des branches de cette première science prétendue, & qui toutes lui doivent leur origine (b).

Le poème d'Aratus a joui d'une si grande réputation, qu'il eut des commentateurs & des traducteurs illustres (c). Hypparque ne le jugea pas indigne de ses remarques. Cicéron, dans sa jeunesse, en fit une traduction en vers, dont il ne nous reste que quelques fragmens. Enfin Germanicus César, ce prince enlevé si jeune à une nation dont il faisoit les délices, ce Prince qui étoit homme de lettres, comme César, dont il portoit le nom, a fait une traduction du poème d'Aratus, laquelle, ainsi que sa mémoire chérie, a passé toute entière jusqu'à nous.

§. X I I I.

Le premier astronôme qui se présente dans l'école d'Alexandrie, après Aristille & Timocharis, est Aristarque de Samos. Il fut contemporain de Cléanthes, stoïcien, qui succéda à Zenon vers la 129^e olympiade, ou 264 ans avant J. C.

Aristille & Timocharis ne furent que des observateurs; Aristarque commence à nous donner l'idée d'un astronôme.

(a) Parhélie est un faux soleil, une image de cet astre, réfléchi par quelque nuage; paraselene est une fausse lune, produite éga-

lement par la réflexion des vapeurs de l'air.

(b) Astron.-anc. Discours sur l'astrologie.

(c) Eclairc. Liv. I, §. 7.

Il fut vraiment recommandable par la subtilité de ses observations , & par la méthode qui fut son guide. On aime à saisir les premières vues , qui ont conduit les hommes à l'explication des phénomènes célestes , & les premiers traits de l'esprit méthodique qui seul peut en donner le fil. Nous avons passé en revue une infinité de philosophes , qui n'avoient que des connoissances étrangères , qui n'ont formé que des conjectures vagues ; s'ils ont atteint d'eux-mêmes à quelques vérités que le tems a depuis confirmées , elles n'étoient point fondées sur des démonstrations. Les observateurs qui composèrent les calendriers rustiques , contemplèrent l'état du ciel , furent frappés de ses phénomènes , & firent des observations sans dessein & sans choix. Aristille & Timocharis eux-mêmes ouvrirent la vraie route , leurs observations furent utiles & nécessaires ; mais ce n'étoit encore qu'une description du ciel. Aristarque est le premier qui ait fait une observation indiquée par une méthode raisonnée , une observation qui reculoit les bornes du monde. Il étoit choqué de la proportion ridicule que Pythagore & les philosophes de sa secte avoient établie entre les distances du soleil & de la lune à la terre. Selon eux , le soleil n'étoit que trois fois , ou même une fois & demie plus éloigné de nous que la lune. Il entreprit d'en mesurer le rapport d'une manière susceptible d'exactitude & de démonstration. Voici comment il s'y prit,

§. X I V.

Si l'on conçoit trois lignes , qui joignent les centres du soleil , de la lune & de la terre , elles formeront un triangle. La géométrie enseigne que si les angles étoient connus , on connoîtroit le rapport des côtés , & par conséquent le rapport des distances de ces astres. La somme de ces angles est constante,
toujours

toujours égale à deux angles droits ou à deux fois 90° du cercle; il suffit donc d'en connoître deux pour conclure le troisieme. Il étoit facile de mesurer, au moyen d'un instrument circulaire, l'angle que forment les rayons visuels dirigés de la terre vers la lune & vers le soleil; mais cette détermination ne suffisoit pas; les deux autres angles restoient indéterminés. Le génie d'Aristarque apperçut qu'il y avoit un cas unique où l'un de ces angles est droit (*a*); c'est celui où la lune est *dichotome*, où dans son premier quartier, elle nous présente précisément la moitié de son disque éclairé. Il est facile de voir que les lignes menées du soleil & de la terre au centre de la lune, y forment un angle droit. Ainsi cet angle étant droit, & l'autre connu par observation, les angles du triangle & les rapports des côtés sont donnés (*b*). Tout ceci est rigoureusement vrai; il ne peut y avoir d'incertitude que dans l'observation, & de difficulté que celle de marquer l'instant où précisément la moitié du disque de la lune est éclairée.

Aristarque s'assura que l'angle d'élongation ne pouvoit pas être moindre que 87° , & il en conclut que la distance du soleil à la terre étoit environ dix-neuf fois plus grande que celle de la terre à la lune (*c*); ce rapport n'est pas la vingtieme partie de celui qui existe réellement. Mais malgré cette erreur, Aristarque avoit fait, au-delà de l'école d'Aristote, un grand

(a) *De magnitudinibus & distantibus solis & luna.*

(b) Il est aisé de voir que la ligne SL, (fig. I.) menée du soleil au centre de la lune, est perpendiculaire à sa surface éclairée, & la partage en deux parties égales: la partie AB est donc le quart de la circonférence, & l'angle formé au centre de la lune par les lignes TL & SL, est droit, puisqu'elles renferment le quart de la circonférence ou 90° . L'angle STL est l'élon-

gation de la lune, ou sa distance à l'égard du soleil. Les distance en astronomie sont de deux especes: rectilignes ou circulaires. La distance rectiligne de deux astres est la ligne droite qui joint leurs centres, comme SL, ST, LT. La distance circulaire, ou plutôt angulaire, que l'on nomme élongation, est l'angle compris entre les lignes menées du centre de la terre au centre des deux autres astres.

(c) Eclaircis. Liv. I, §. 8.

pas vers la connoissance de la distance du soleil à la terre, qui ne devoit être exactement connue que plus de deux mille ans après lui. Sa méthode susceptible d'une certaine exactitude, lui fait beaucoup d'honneur, & d'autant plus qu'elle a été long-tems la meilleure qu'on pût employer. Riccioli & plusieurs astronomes du dernier siècle s'en sont servis avec quelques succès, & s'ils ont approché plus près que lui de la vérité, c'est qu'ils possédoient des instrumens plus exacts, & des lunettes qu'il n'avoit pas.

§. X V.

IL paroît qu'Aristarque s'est occupé des travaux les plus importans de l'astronomie; il observa le solstice d'été de l'an 281 avant notre ère (a). Nous soupçonnons qu'il a connu, ou du moins estimé, que la distance de la terre à la lune étoit égale à 56 demi-diamètres de notre globe (b); ce qui est assez exact. Il considéra le cône d'ombre que la terre opaque jette à l'opposite du soleil, & il enseigna que sa largeur, à l'endroit où la lune le traverse lorsqu'elle s'éclipse, est double du diamètre de la lune (c). Il compara la grandeur du soleil & de la lune à celle de la terre: il se trompa beaucoup, en disant que le diamètre du soleil n'est que six à sept fois plus grand que celui de la terre; mais au moins il ne s'éloigna pas de la vérité, en établissant que celui de la lune n'en est à peu-près que le tiers (d). Nous ne pouvons dire par quelle méthode Aristarque étoit parvenu à ces résultats; le tems nous en a fait perdre les détails. Nous ne pouvons par conséquent distinguer dans ces connoissances ce qui peut appartenir à des tems plus anciens. Nous avons cependant des preuves qu'Aristarque,

(a) Ptolémée Almag. Lib. III, c. 2.

(b) Eclairc. Liv. I, §. 2.

(c) *De magnit. & dist. solis & lune.*

(d) *Ibidem.*

par la voie des Chaldéens, avoit hérité de quelques-unes des dépouilles de l'antiquité. Ces preuves sont des conjectures assez heureusement liées pour porter avec elles une sorte de conviction. Nous avons dit que chez les anciens il y eut beaucoup de ces révolutions, appelées *grandes années*, composées d'un certain nombre d'années communes & civiles. Il nous en reste une de 2484 ans qui est attribuée à Aristarque (a). On n'a connu jusqu'ici, ni cherché l'objet de cette période : nous croyons l'avoir découvert. La grande année de 2484 ans est une période qui ramène le soleil & la lune en conjonction avec la même étoile (b). Elle avoit sans doute des usages pour l'astrologie judiciaire ou naturelle ; mais elle suppose les révolutions du soleil & de la lune, telles qu'elles étoient établies chez les Chaldéens : ce qui est une preuve assez forte de la légitimité de nos conjectures. On entrevoit même que les Chaldéens ont pu connoître deux révolutions de la lune, à l'égard du soleil ; l'une plus ancienne, l'autre plus moderne & moins exacte (c). C'est par ces recherches, c'est en discutant toutes ces choses qu'on peut surprendre le secret des anciens, & faire revivre leurs richesses, perdues avec le tems & par la barbarie.

§. X V I.

L'OBSERVATION, la plus délicate & la plus curieuse d'Aristarque, est celle du diamètre du soleil. Archimède (d) nous apprend que cet astronôme avoit mesuré l'angle qui a son sommet dans l'œil, & qui embrasse l'étendue de ce diamètre ; il le trouva de la 720^e partie du cercle que le soleil décrit autour de la terre. Ce résultat ne s'éloigne pas beaucoup de la

(a) *Censorin. de die natali*, I, §. 18.(b) *Eclairc.* Liv. I, §. 19.(c) *Ibidem*, §. 11.(d) *In arenario. Vallis opera*, T. III, p. 518.

vérité, & l'observation est difficile. Il est vrai qu'Archimede paroît douter de son exactitude. *La vue, dit-il, la main, les instrumens dont il faut se servir, ne sont pas propres à inspirer la confiance nécessaire.* Ce doute nous en donneroit beaucoup à nous-mêmes, si Archimede n'avoit pas fait une observation semblable, qui peut servir à apprécier celle d'Aristarque. Ces deux grands hommes étoient à peu près contemporains; nous anticiperons sur ce que nous avons à dire d'Archimede, & nous rapporterons ici la méthode dont il se servit pour mesurer le diametre du soleil.

Vers l'extrémité d'une longue regle de bois, il plaça verticalement un petit cylindre, aussi de bois, & arrondi au tour; de l'autre extrémité il regarda le soleil, & il fit glisser le petit cylindre, jusqu'à ce que le disque fût entièrement caché; ensuite il le fit glisser de nouveau, jusqu'à ce qu'il apperçût déborder les rayons de chaque côté, & qu'il distinguât la moindre partie visible du soleil. Le véritable diametre de cet astre étoit entre ces deux mesures, dont l'une est trop grande & l'autre trop petite. Il ne s'agissoit plus que de déterminer l'angle que le petit cylindre faisoit au fond de l'œil dans ces deux positions. Mais ceci demandoit une attention assez délicate, qui ne manqua pas au génie d'Archimede. Le sommet d'un angle n'est qu'un point; ici les deux yeux avoient également servi, les deux axes visuels étoient séparés par une distance qu'il falloit connoître. Pour y parvenir, il prit deux corps ronds, de grandeur égale, dont l'un étoit blanc, & les ayant placés à quelque distance, le corps blanc derriere l'autre, il observa s'il étoit entièrement caché. Il répéta la même épreuve sur d'autres corps, toujours égaux entr'eux, mais plus ou moins grands que les premiers, jusqu'à ce qu'il en eût trouvé deux dont la grandeur fût telle que le corps blanc fût

exactement caché, c'est-à-dire, que les axes visuels des deux yeux fussent tangents aux deux corps & parallèles dans leur direction. Le diamètre de ces corps étoit donc la distance des deux axes visuels. Alors il traça une ligne égale à cette distance sur la largeur de la règle de bois, à l'endroit où les yeux avoient été placés dans la première observation ; ensuite par les extrémités de cette ligne, il mena deux tangentes au petit cylindre, & l'inclinaison mutuelle de ces tangentes formoit un angle qui étoit la grandeur du soleil. C'est ainsi qu'il trouva que le diamètre de cet astre n'étoit pas moindre que la 200^e partie, ni plus grand que la 164^e partie de l'angle droit (a). Archimède pouvoit donc penser qu'Aristarque avoit employé une méthode équivalente, & qu'en prenant un milieu entre ces différentes observations, il avoit conclu que le diamètre du soleil étoit la 720^e partie du cercle ; car cette 720^e partie répond à la 180^e partie de l'angle droit, qui est à peu près le milieu entre les deux déterminations d'Archimède. Il ne manquoit que de bons instrumens à de pareils observateurs ; dénués de secours, ils ont tiré de leurs organes tout ce qu'on en pouvoit attendre.

§. XVII.

ARCHIMÈDE, en nous donnant le détail de cette observation, ne dit point de quels moyens les anciens se servoient pour affoiblir la lumière, & n'en pas être éblouis. L'observateur n'eût pu distinguer la moindre partie visible du soleil, si cet astre eût été enveloppé de tous ses rayons. La fatigue de l'organe, la précipitation auroient produit des erreurs considérables. Nous pensons qu'ils ont pu se servir de verre coloré,

(a) Ce qui donne le diamètre du soleil de 27' ou de 32' 55".

puisqu'il est certain par leurs fausses émeraudes, & par une infinité de passages des auteurs (a), qu'ils avoient l'art de teindre le verre en le fabriquant (b). On conclut encore du détail de cette observation, que les pinnules n'étoient pas inventées. Si Archimede les eût connues, il n'eût pas eu besoin de la correction délicate qu'il fit à sa première observation. Avec les pinnules, on ne se sert que d'un œil, & le sommet de l'angle est toujours au centre du trou de la pinnule. La méthode du petit cylindre nous rappelle le disque dont nous avons parlé dans l'astronomie ancienne (c); instrument en usage au tems d'Aristote, & sans doute long-tems avant, pour reconnoître les variations du diamètre de la lune. Il est visible que la méthode d'Archimede n'est qu'une application ingénieuse de l'autre méthode plus ancienne.

§. X V I I I.

ARISTARQUE, dans une école où l'on cherchoit à s'instruire, où les progrès étoient à peine commencés, n'osa se permettre de former des systèmes. Il avoit assez de génie pour s'égarer dans des conjectures nouvelles, il eut le bon esprit de bien choisir dans les systèmes anciens. Mais en adoptant l'hypothèse du mouvement de la terre (d), il heurta l'opinion consacrée par les siècles & par la multitude. Aussi fut-il comme Galilée, accusé d'impiété par le stoicien Cléanthes, pour avoir troublé le repos de Vesta, c'est-à-dire de la Terre & des dieux Lares, protecteurs de l'univers (e). On trouve partout le même empref-

(a) M. de Valois, *Traité du verre*.

Hist. Acad. Inscript. Tome I, p. 112.

(b) M. le comte de Cailus a cet effet trouvé que Senèque parle du verre enfumé dont nous nous servons pour observer le soleil, dans son premier livre des *Questions naturelles*.

Mém. Acad. Inscript. Tome XXVII,

p. 61.

(c) *Astr. anc.* liv. IX, §. 10.

(d) Archimede, *in aren. Vallis*, T. III;

p. 514.

(e) Plutarque, *de facie in orb. luna*,

§. 4.

sement à proscrire les nouveautés, sur-tout quand elles sont utiles & glorieuses. Cependant, comme le remarque M. de Montucla (a), il est vraisemblable que l'accusation ne fut point juridique. Plutarque ne dit point, ni aucun autre auteur, que le successeur de Zénon ait traduit Aristarque devant les tribunaux comme partisan de l'opinion pythagoricienne. Alors le philosophe seul est coupable, & la nation est justifiée. Ces querelles particulières rentrent dans l'ordre commun; les imputations calomnieuses sont la ressource de l'envie: la haine en a renouvelé le scandale dans tous les siècles, & Cléanthes a eu bien des imitateurs.

§. X I X.

L'OPINION qui place le soleil en repos au centre du monde; & notre globe en mouvement autour de lui, transmise par Philolaüs, adoptée par Aristarque, ne fut point suivie dans l'école d'Alexandrie. Cette idée, trop grande pour la portée des esprits de ce tems, ne trouva qu'une seule tête où elle pût se placer. Rien ne prouve mieux que cette hypothèse ne fut jamais qu'une opinion, soit dans l'école de Pythagore, soit dans l'Inde & dans la Babylonie. On n'oublia pas qu'elle avoit été regardée comme une vérité; elle étoit respectée comme ces familles illustres dont l'origine se perd dans la nuit des tems, & dont la noblesse antique n'a d'autres fondemens que l'incertitude qui naît de cette obscurité, une ancienneté reconnue, & la croyance d'une longue suite de siècles. La vérité du mouvement de la terre ne put produire ses titres, quand Hypparque vint tout soumettre à l'examen, en recommençant l'Astronomie. Ce grand homme la rejeta comme une vieille

(a) Histoire des Mathématiques, Tome I, p. 203.

erreur, adoptée trop légèrement par son célèbre prédécesseur. Aristarque étoit alors dans le cas d'un homme de génie qui renouveleroit aujourd'hui le système des tourbillons ; tous les faits seroient contre lui : aux yeux du fondateur de l'astronomie moderne , tous les faits dépositoient pour le mouvement du soleil. On verra combien il a fallu de siècles pour détruire ce système si naturel , si conforme au rapport des sens ; & par le tems & les efforts nécessaires au retour de la vérité déjà connue, mais bannie , on jugera combien de siècles , d'efforts & de connoissances ont dû précéder son établissement. C'est alors qu'on pourra prononcer si nous avons eu tort d'attribuer cette découverte à une astronomie ancienne & primitive.

§. X X.

UNE idée non moins singulière & non moins belle est celle qu'Aristarque nous a laissée sur la sphere des étoiles. Il pensoit que cette sphere est si étendue, la distance des étoiles si grande, que le cercle décrit par la terre dans son mouvement est à cette distance dans la même raison que le centre de la sphere à sa superficie. Archimede attaqua cette proposition d'Aristarque (a). Le géometre y chercha une exactitude d'expression qui n'y est pas & il ne vit point le génie de l'astronôme & l'idée de l'infini qui y sont renfermés. En effet, le centre d'une sphere est un point indivisible qui n'a nulle étendue palpable ; la surface est composée d'une infinité de ces points ; la raison du centre d'une sphere à sa surface est donc celle de l'unité à l'infini, Aristarque vouloit donc dire que le cercle décrit par la terre autour du soleil n'est qu'un point insensible à l'égard de la distance énorme des étoiles. Cet astronôme disoit alors ce

(a) Archimede , loco citato.

Infra , Eclairc. Liv. I, §. 13.

qu'a

qu'a dit depuis Copernic pour répondre à l'objection , que si la terre décrivait un cercle , les étoiles , dans le cours d'une année , devoient répondre à différens points du ciel , comme les objets changent de place pour un voyageur. Copernic osa affirmer que le cercle décrit par la terre , vu à la distance des étoiles , ne paroîtroit qu'un point , & que notre globe est à leur égard comme s'il ne se mouvoit pas.

Remarquons que Copernic , pressé par l'objection , a été forcé de s'élever à cette idée. C'est un élan pour surmonter la difficulté ; le choc a produit l'étincelle : & ces idées sublimes , qui ont aggrandi l'univers , sont nées alors de la contrainte , comme elles naissent quelquefois dans la poésie , de l'esclavage de la rime. Aristarque ne peut être arrivé jusques-là que par une force de tête peu commune , en supposant même que cette idée ne fût chez lui qu'une adoption. Car nous l'avouerons , nous avons peine à croire qu'Aristarque y fût parvenu de lui-même.

Cette vérité est encore d'un ordre plus élevé , d'un accès plus difficile que celle du mouvement de la terre. L'une n'appartient pas plus à Aristarque que l'autre. Nous avons marqué sur le globe le chemin qu'a fait la pensée du mouvement de la terre ; descendue du pays où l'astronomie fut perfectionnée , elle a été reçue comme étrangère dans la Chaldée & dans l'Inde , où Pythagore vint la chercher. Ces deux opinions n'ont pu manquer de suivre la même route ; on peut les croire originaires du même pays. D'ailleurs les élémens , qui doivent les fonder , n'existoient pas au tems d'Aristarque. L'expérience nous fait connoître la progression de l'esprit humain. Quand il a fourni une partie de la carrière , sa force épuisée le contraint à s'arrêter ; il est pour lui des stations nécessaires & des intervalles qu'il ne peut franchir qu'après plusieurs repos. Qu'on se

Tome I.

D

représente la manière dont nous concevons l'infini ; ce n'est que par des augmentations répétées & des additions successives. C'est parce qu'une nouvelle unité peut sans cesse être ajoutée à des sommes d'unités ; c'est pour terminer ces opérations sans fin , & cette possibilité qui est toujours la même , que l'homme borné dans ses facultés , & dont la faiblesse demande un terme où elle puisse se reposer , a imaginé dans le lointain de ses pensées cet infini qu'il ne peut atteindre ni concevoir. On n'a donc pu y arriver tout-à-coup. Il a fallu des idées préliminaires & suivies d'idées plus grandes ; il a fallu que des découvertes eussent fait des additions successives à l'étendue du monde. L'univers , en différens siècles , a paru de différentes grandeurs ; il s'est étendu par les travaux , par les découvertes , comme la terre devient immense aux yeux du voyageur ignorant qui abandonne ses foyers & son horizon. Enfin l'univers n'a atteint sa grandeur majestueuse & incompréhensible , que lorsque l'esprit humain , lassé d'ajouter des espaces à des espaces , a nommé infini ce qui se refusoit à ses sens & à ses mesures. Ce n'est pas sans raison que l'on dit figurément la marche de l'esprit humain ; il avance par des idées liées , comme nous nous transportons par des pas enchaînés & suivis. L'infini est le gouffre où se perdent nos pensées : il n'est point naturel de se jeter dans des précipices ; si l'homme est descendu dans cet abîme sans fond , il y fut entraîné par une pente.

Voyons maintenant quelles étoient les connoissances du siècle d'Aristarque , & en calculant les forces naturelles , estimons le chemin qu'il a pu faire. Pythagore pensoit que le soleil étoit seulement trois fois plus éloigné de nous que la lune. Aristarque , né pour aggrandir l'univers , sentit de la répugnance à admettre cette proposition absurde , il montra par une méthode exacte que la distance du soleil surpassoit au

moins dix-huit fois celle de la lune, & il se trouva plus à son aise dans le monde dont il avoit reculé les bornes. Cette distance encore très-petite, ne pouvoit conduire à l'idée de l'infini. Il a été nécessaire de déplacer plus d'une fois le soleil, de se familiariser successivement avec les distances énormes de cet astre lumineux & des planetes qui l'entourent, avant que les esprits se proportionnassent aux idées qu'il falloit admettre, avant que les conceptions fussent de mesure avec l'infini. Aristarque avoit fait un pas pour sortir de l'erreur; mais la vérité étoit si éloignée, qu'il restoit encore bien du chemin pour l'atteindre. La vie, les forces d'un homme n'eussent pas suffi pour le parcourir. C'est précisément parce qu'il a fait un grand effort, c'est parce que sa force est mesurée par cet effort même, que nous sommes en droit de conclure qu'Aristarque auroit laissé à de nouveaux efforts & à de nouvelles générations, l'avantage d'aller plus loin, s'il n'avoit pas trouvé dans l'ancienne philosophie cette idée de la distance infinie des étoiles, idée qui dût le frapper par une analogie marquée avec ses propres idées. Il la recueillit par le même instinct qui le porta à faire des observations, pour éloigner de nous le soleil. Mais s'il eût été seul avec son siècle, cet instinct, ou plutôt le génie lui eût manqué pour la saisir. Elle étoit hors de la portée de la vue, comme les objets qui sont sous l'horizon, & qu'on n'apperçoit qu'en montant sur une montagne; si la montagne est escarpée & difficile, il faut du courage, & sur-tout du tems pour y monter. D'ailleurs une considération délicate peut nous fournir une nouvelle preuve; c'est qu'Aristarque, en recevant cette idée, l'accommoda aux idées grecques. On voit que si ce grand homme s'élève par une opinion sublime, il tient à son siècle par l'expression. Il parle de la sphere des étoiles, parce qu'Eudoxe, suivant les pas timides de ses prédécesseurs,

avoit imaginé des calotes sphériques pour y attacher les étoiles & les planetes. Les Grecs , dans leurs petites idées philosophiques , plaçoient toutes les étoiles à la même distance , & les feroient sur une voûte assurée & concave , emportée par un mouvement unique autour de la terre. Celui qui conçoit , qui produit une idée sublime , ne la borne point par une restriction puérile ; c'est celui qui l'adopte , & qui la voit à travers les préjugés de son tems : elle prend nécessairement leur couleur. Mais une vérité neuve ne porte ni les vêtemens de la nation , ni les livrées du siècle , elle est nue en venant au monde.

Nous penchons donc à croire que cette opinion de la distance infinie des étoiles appartient à l'astronomie primitive. Nous nous sommes engagés de marquer dans la suite de cette histoire , ces débris précieux des connoissances anciennes qui ont survécu au naufrage de toutes les autres. C'est sur l'ensemble d'une infinité de preuves développées ici successivement , que nous avons formé l'opinion établie au commencement de cet ouvrage : elle y est placée suivant l'ordre des tems plutôt que dans l'ordre de nos réflexions ; nous en avons fait la base de l'histoire entière de l'astronomie , tandis qu'elle en est réellement le résultat. Sans une inspection attentive , sans la lumière que cette idée répand sur les travaux astronomiques de tous les siècles , il n'y auroit eu rien de lié , rien de suivi dans les opérations de l'esprit humain. Il auroit fallu lui attribuer des bizarreries qui ne sont pas naturelles. Sa marche peut être suspendue , mais elle recommence par des pas enchaînés. La production des idées se fait par une filiation non interrompue , comme celle des êtres vivans. Les sciences , les arts ont leur germe & leur principe dans la première tête qui s'ouvrit à l'industrie , comme les créatures animées ont la source de leur existence dans le premier individu , appelé par l'être suprême à peupler la terre.

Toute autre manière de concevoir les progrès de l'esprit humain , nous paroît contraire à son essence. La perfectibilité de l'homme se développe insensiblement par l'exercice de ses organes , & par des progrès analogues à ceux de sa constitution physique , qui se fortifie par degrés dans sa jeunesse , & ne s'altère de même que graduellement dans la décadence de sa vieillesse.

§. X X I.

EUCLIDE fleurit sous le premier des Ptolémées. Euclide , célèbre par ses *Elemens* , réunit toutes les vérités géométriques élémentaires , & posa des fondemens durables aux sciences mathématiques. Ce livre quoique très-ancien , n'a rien perdu ni de son mérite , ni de sa réputation. Après vingt siècles écoulés , Euclide est encore le premier instituteur des jeunes gens appelés à la carrière de la géométrie. Nous avons de lui un ouvrage intitulé *des Phénomènes* (a). Il roule sur des objets qui intéressoient l'astronomie ancienne ; la révolution du premier mobile , l'explication géométrique des ascensions droites & obliques , le lever & le coucher tant des étoiles que des différens points de l'écliptique pour différens climats. C'est un traité de la sphere ; mais quoique ce traité ne soit ni cité ni connu , nous croyons qu'il fut le modele de tous les autres ouvrages de ce genre. Peut-être Euclide est-il le premier qui ait expliqué d'une manière géométrique les phénomènes des différentes inclinaisons de la sphere.

Les noms avoient changé. Aux tems d'Eudoxe , de Chiron , & sans doute plus anciennement encore dans l'Orient , la sphere signifioit la description du ciel , des constellations , &

(a) Il est imprimé dans les Œuvres du Pere Mercenne.

de leurs positions tant entr'elles qu'à l'égard des grands cercles du monde. On ne soupçonnoit seulement pas que les phénomènes du lever & du coucher des astres fussent différens dans d'autres pays. Les voyages instruisirent les esprits attentifs. Dès qu'on eut reconnu que ces phénomènes n'étoient pas partout les mêmes, on en chercha la cause générale. Les Grecs construisirent à Alexandrie de grandes armilles d'airain, composées, comme nous l'avons décrit (a), d'un équateur & des deux colures, mobiles sur deux pôles, sous un méridien fixe & perpendiculaire à l'horizon. Chacun de ces cercles étoit une armille; l'assemblage fut nommé *sphere*; c'est de là que nous avons pris le mot de *sphere armillaire*. Ces Grecs avoient puisé dans l'école de Platon l'esprit géométrique, & la méthode de résoudre les questions difficiles, en les considérant dans les cas extrêmes: ils placèrent leur *sphere* dans une position verticale. Le pôle étoit au *zenith*, l'équateur dans l'horizon. Alors les étoiles qui sont au-dessus de l'équateur ne se couchent point, celles qui sont au-dessous ne se levent jamais; le soleil six mois au-dessus, & six mois au-dessous, ne fait dans le cours de l'année, qu'un jour & qu'une nuit; tous les astres, dans la révolution diurne, décrivent des cercles parallèles à l'horizon. Voilà les phénomènes du pôle où la *sphere* est *parallèle*. Ils examinerent le cas opposé; c'est celui où l'équateur perpendiculaire passe par le *zenith*, où les deux pôles sont dans l'horizon. Alors ce cercle coupe l'équateur & tous les parallèles diurnes en deux parties égales: une moitié du ciel succede sans cesse à l'autre; le soleil fait les jours égaux aux nuits pendant toute l'année. Ce sont les phénomènes qui ont lieu sous l'équateur où la *sphere* est *droite*. Dans tous les cas inter-

(a) Astronomie ancienne, Liv. II.

médiaires , où le pôle est plus ou moins élevé sur l'horizon , les phénomènes participent plus ou moins de ces deux cas extrêmes , tous les astres se lèvent obliquement ; c'est ce qu'on appelle la *sphère oblique* , ou inclinée. Ici naquit la théorie de la sphère , c'est-à-dire , la connoissance des grands cercles du ciel & de leur position relativement à l'horizon ; d'où résultent les phénomènes des levers & des couchers relatifs au climat. Cette science est due à l'école d'Alexandrie. Les Orientaux ne la connurent point , ou du moins ne la connurent qu'imparfaitement. Ce fut l'ouvrage des Grecs , qui toujours portés à généraliser , procéderaient par des règles plus sûres dans cette école , avec le secours de la géométrie. Euclide recueillit ces règles , & en forma les élémens de la théorie de la Sphère.

§. X X I I.

Nous plaçons ici Manethon , Egyptien célèbre dans la science de l'astrologie , ainsi que dans les lettres grecques & égyptiennes. Il est connu par les extraits de son Histoire des Rois d'Egypte , insérés dans Josephé & dans le Sincelle. Tous ses ouvrages sur l'astronomie , la physique & la chronologie ont péri. Un seul intitulé *Apotelesmatica* , fut retrouvé dans la bibliothèque des Médicis à Florence ; ce manuscrit étoit très-ancien. Lucas Holstemius douta cependant de son authenticité ; mais Gronovius y a trouvé des signes d'antiquité si manifestes , qu'il a levé tous les soupçons. Au reste , en le traduisant , il n'a pas fait un grand présent au public. C'est un ouvrage purement astrologique , qui renferme la science de la divination égyptienne par le secours des astres. Dans le second livre on trouve quelques principes de la sphère , des notions sur les constellations & sur leur position respective. Manethon y parle du pôle & de la petite Ourse ; ainsi elle étoit connue avant

Hypparque. Manéthon étoit prêtre de Diospolis. Son ouvrage est dédié à un Ptolémée. Weidler & Gronovius pensent que c'étoit à Ptolémée Philadelphe. La chose même seroit démontrée, puisqu'il ne cite ni Ptolémée l'astronôme, ni Hypparque, si l'envie que ces prêtres d'Egypte devoient porter aux philosophes d'Alexandrie, ne faisoit pas croire qu'il pouvoit avoir affecté de ne les point citer. L'ouvrage même de Manéthon est peut-être une espece de combat qu'il a voulu livrer à la philosophie naissante. Mais puisqu'il dit lui-même ailleurs (a) qu'il a consulté les colonnes de Taut, si au lieu des rêveries astrologiques, dont son livre est composé, il nous eût donné l'extrait de tout ce qu'il y avoit d'astronomie sur ces colonnes, nous aurions des monumens précieux de la plus haute antiquité : il auroit rendu service à l'astronomie.

§. X X I I I.

ERATOSTHENES, successeur d'Aristarque dans l'école d'Alexandrie, naquit à Cyrene, la première année de la 126^e olympiade, 276 ans avant J. C. : justement célèbre par des travaux utiles & glorieux à l'astronomie, il fut instruit dans la philosophie par Ariston de Chio, dans la grammaire par Lysimaque Cirenéen, dans la poésie par Callimaque ; car les philosophes de ce tems devoient être encore poètes. Les institutions antiques s'étoient conservées, & la poésie, que nous appelons le langage des Dieux, étoit jadis la langue consacrée aux merveilles de la nature.

Ptolémée Evergetes appela Eratosthenes à Alexandrie, où il fut chargé du soin de la bibliothèque, jusqu'au cinquième des Ptolémées surnommé Epiphanes (b). On dit qu'il fût

(a) Euseb. *in chronico*, Lib. I, p. 6.
Weidler, p. 16.

(b) Suidas.
Weidler, *Hist. astr.* p. 121.

l'inventeur

l'inventeur des armilles, ou du moins que ce fut en sa faveur & pour lui faciliter les observations, que Ptolémée Evergetes fit placer ces instrumens dans l'observatoire d'Alexandrie (a). Mais nous avons fait voir que ces instrumens, déjà connus dans cette ville, sont infiniment plus anciens (b). Eratosthenes les avoit peut-être perfectionnés. Ptolémée en fit construire sans doute de plus grands & de plus exacts, & l'astronôme, en dirigeant utilement la magnificence du Prince, prépara les succès d'Hypparque.

§. XXIV.

C'EST avec ces instrumens qu'Eratosthenes entreprit de mesurer l'obliquité de l'écliptique ; ou plutôt le double de cette obliquité, c'est-à-dire, la distance des deux tropiques : son observation est authentique & précieuse ; elle ne laisse de doute que celui qui peut naître de l'erreur des observations (c). Quoiqu'il nous reste peu de détails sur ces tems, encore anciens relativement à nous, nous y voyons cependant ce que nous avons inutilement cherché dans l'Inde & dans la Chaldée, c'est-à-dire, un développement successif, une marche constante vers un but, des progrès enchaînés, & des idées liées par la parenté avec celles qui les précèdent, & avec celles qui les suivent. Nous n'avons qu'une connoissance absolue des choses de la nature. Le froid, la chaleur, la lumière, la couleur, la dureté, la grandeur, la force, le mouvement, toutes ces qualités des êtres matériels ne sont que des rapports. Nous savons seulement que l'un est plus grand, ou se meut plus vite que l'autre. C'est en rapprochant, c'est en comparant ces

(a) Ptolémée almag. Lib. I, c. 12.
Weidler, p. 132.

(b) Astron. anc. Liv. II.
(c) Eclairc. Liv. I, §. 20.

êtres, que nous parvenons à la connoissance relative qui nous est permise. La comparaison est donc le premier pas de toutes les sciences ; elle est dans tous les tems le but de toutes les opérations. Les astronomes d'Alexandrie avoient connu ce principe, ils en avoient fait le guide de leurs travaux. Appliqués à fonder l'astronomie, à s'avancer vers la connoissance des mouvemens des planetes, Aristille & Timocharis s'étoient occupés à fixer le lieu des étoiles, pour déterminer le sens de ces mouvemens dans les espaces du ciel. Aristarque avoit senti que pour en estimer la quantité, il falloit les comparer à celui du soleil, & la durée des révolutions à la longueur de l'année. Mais il falloit, avant tout, connoître le mouvement même qu'on choisiroit pour mesure ; c'est dans cette vue qu'il observa des solstices, pour qu'on pût s'assurer de la longueur de l'année, & qu'il compara la distance de la lune à celle du soleil, pour avoir une idée de sa distance. Eratosthenes apperçut encore une recherche fondamentale, c'est de déterminer le sens du mouvement du soleil dans le ciel, de marquer la trace de sa route à travers les étoiles, & de fixer la position de l'écliptique relativement à l'équateur ; ou, ce qui revient au même, de fixer la position du zodiaque dont aucune planete ne s'écarte. On avoit déjà une détermination de cet élément, mais elle étoit suspecte par son antiquité. Nous avons dit que les anciens faisoient l'obliquité de l'écliptique de 24° , soit que ce fût réellement une estimation en nombres ronds, ou une observation plus précise dont les détails ont été perdus avec tant d'autres. Eratosthenes trouva la distance des tropiques de 47° avec plus de deux tiers, & moins de trois quarts de degré, c'est-à-dire entre $47^{\circ} 40'$, & $47^{\circ} 45'$, le milieu est $47^{\circ} 42\frac{1}{2}'$; d'où résulte pour l'obliquité de l'écliptique, la moitié de cette quantité, $23^{\circ} 51' \frac{1}{4}$.

Cette observation seroit entièrement précieuse, si elle étoit exacte, ou du moins si on connoissoit la limite de son erreur (a). Les partisans de la diminution de l'obliquité de l'écliptique s'appuient de son authenticité, les adversaires de cette opinion argumentent sur l'incertitude d'une observation faite avec des instrumens, peut-être assez grossièrement fabriqués, & certainement dénués des inventions qui fondent l'exactitude moderne. Nous discuterons amplement dans nos éclaircissmens cette question de l'exactitude des instrumens anciens, & nous nous bornerons à en donner ici le résultat, qui est que dans ces commencemens de l'astronomie moderne, une observation bien faite ne pouvoit pas être assujettie à une erreur de plus de cinq minutes (b). Il paroît donc constant qu'au siècle d'Eratosthenes l'obliquité de l'écliptique étoit au moins de $23^{\circ} 46'$.

§. X X V.

UNE autre entreprise plus extraordinaire, plus délicate & plus difficile que la détermination de l'obliquité de l'écliptique, fut celle de la mesure de la terre. Elle a immortalisé Eratosthenes, quoique les modernes, en la comparant à leurs mesures, & en se trompant sur l'évaluation des stades, l'aient cru fort éloignée de la vérité. Nous traiterons de l'évaluation de ce stade, dans le quatrième livre, où nous réunirons les efforts de l'industrie & les travaux des anciens pour la mesure de la terre. Mais on retrouve ici la suite des progrès enchaînés que nous avons déjà montrés. Aristarque avoit estimé le rapport de la distance de la lune à celle du soleil. Il savoit, ou par la tradition d'une connoissance plus ancienne, ou par une observation

(a) Eclairc. Liv. I, §. 19 & 20.

(b) Eclairc. *ibid.*

dont les détails ne nous sont point parvenus, que la distance de la lune à la terre étoit égale à 56 demi-diamètres de notre globe. Ces grandeurs, entre lesquelles l'homme établissoit des rapports, lui étoient tout-à-fait inconnues. Il ne connoît que ce qu'il a vu de ses yeux, ou touché de sa main. Il falloit donc ramener ces grandes mesures à des mesures qui lui fussent plus familières, à des intervalles qu'il eût parcourus; tels que le stade, la coudée, qui lui servoient alors à déterminer la longueur des chemins & des distances dans les lieux de son habitation. Le sein du globe est inaccessible pour en mesurer le diamètre: mais le rapport approché de ce diamètre à la circonférence, connu par la géométrie, réduisoit la difficulté à celle de la mesure de cette circonférence; alors les rapports de toutes ces grandeurs étoient connus les uns par les autres. La distance du soleil par celle de la lune; celle-ci par l'étendue du diamètre du globe; & ce diamètre déterminé par la circonférence, dès qu'elle seroit mesurée. Ce n'étoit pas la première fois qu'on avoit tenté de mesurer la terre; les anciens Chaldéens l'avoient fait par une sorte d'estimation (a). Nous avons dit que dans des tems plus anciens, le peuple qui perfectionna les sciences dans l'Asie, étoit parvenu à une détermination fort exacte (b). C'est ce que nous développerons avec détail, & par des preuves assez fortes dans la suite de cet ouvrage (c).

Pline (d) parle d'un certain géometre nommé Dyonisiodore, qui fit placer dans son tombeau, une lettre écrite en son nom. à ceux qui vivroient après lui, où il affirmoit que de sa dernière demeure étant descendu jusqu'au centre de la terre, il avoit trouvé la distance de 42000 stades; ce que Pline appelle un exemple de la vanité grecque. De ce rayon de la terre on

(a) Astron. anc. Liv. V, §. 13.

(b) Ibid. Liv. III, §. 13.

(c) *Infra*, Liv IV.

(d) Liv. II, c. 103.

déduit la circonférence de 264000 stades, ce qui est évidemment la même mesure que celle des Chaldéens, rapportée dans l'histoire de l'astronomie ancienne (a). On peut conjecturer que Dyonisiodore, instruit d'une manière quelconque de cette mesure, alors peu connue dans la Grece, n'ayant pas osé la produire comme de lui pendant sa vie, a imaginé cette supercherie pour lui donner, par l'histoire d'un voyage souterrain, l'autorité que son nom, sans doute peu célèbre, n'auroit pu lui donner.

Le projet d'Eratosthenes n'étoit donc pas nouveau; mais il ajouta à l'idée des anciens la méthode & la démonstration qui manquoient à leur mesure; ou du moins il renouvela l'esprit de cette méthode déjà inventée dans des tems fort antérieurs: car une détermination précise, telle que nous la ferons connoître, suppose une méthode exacte. Ce n'est pas le seul exemple, dans l'histoire des sciences, d'inventions plusieurs fois renouvelées & de l'esprit humain réparant ses pertes par de nouveaux efforts.

De la correspondance exacte des cercles de la sphere & des cercles du globe, il s'ensuit qu'un degré du méridien terrestre répond à un degré du méridien céleste: de sorte qu'en mesurant à la surface de la terre, la distance de deux villes quelconques, placées sous le même méridien, & mesurant en même tems l'arc céleste intercepté entre les zeniths de ces deux villes, c'est-à-dire, entre les points du ciel qui sont verticalement au-dessus d'elles, on aura l'espace qui répond sur la terre au nombre de degrés compris dans cet arc céleste. On aura donc, en mesures connues, la longueur d'un degré. Voilà le fondement & le principe de la méthode d'Eratosthenes.

(a) Astronomie ancienne, Liv. V, §. 13.

Il eut toutes les facilités nécessaires pour la grande opération qu'il entreprenoit. Le terrain de l'Egypte étoit mesuré par un arpentage, qui devoit être exact, puisque les impositions royales y étoient liées, & que lorsque les inondations du Nil avoient fait tort à quelque particulier, il avoit soin de faire arpenter de nouveau son héritage, pour qu'on diminuât l'impôt à proportion. On pouvoit, dit M. Freret (a), être assuré de l'étendue de l'Egypte à une coudée près. Avec ces ressources pour connoître les distances itinéraires, Eratosthenes possédoit les instrumens que Ptolémée avoit fait construire pour lui, & placer dans l'observatoire d'Alexandrie. Ces instrumens lui répondoient d'une certaine exactitude dans l'observation des distances célestes.

Eratosthenes remarqua que Syenne, ville la plus méridionale de l'ancienne Egypte, & Alexandrie étoient à peu-près sous le même méridien. On ne nous dit point par quels moyens il s'en assura. Il savoit que le jour du solstice d'été, les corps ne jetoient point d'ombre à Syenne, ainsi qu'à cent cinquante stades à la ronde, avec cette particularité, qu'un puits très-profond, placé dans cette ville, étoit entièrement éclairé; ce qui marquoit évidemment que Syenne étoit sous le tropique, & qu'au tems où le soleil y arrive, il étoit à plomb sur la tête des habitans de cette ville. En conséquence Eratosthenes mesura, le jour même du solstice à Alexandrie, la distance du soleil au zenith, qu'il trouva de $7^{\circ} 12'$. Le soleil au zenith de Syenne, & en même tems éloigné de $7^{\circ} 12'$ du zenith d'Alexandrie, montrait que l'arc céleste intercepté entre ces deux villes étoit de $7^{\circ} 12'$, ou de la 50^e partie de la circonférence; & comme la distance itinéraire avoit été précédemment

(a) Mém. Acad. Inscript. Tome XXIV, p. 510.

trouvé de 5000 stades par les arpenteurs royaux d'Alexandre & des Ptolémées (a), Eratosthenes en conclut que la circonférence de la terre étoit de 250000 stades, & le degré de $669 \frac{1}{2}$. Cette mesure n'a pas été jusqu'ici évaluée & rapportée à nos mesures modernes, par la difficulté de fixer l'espece de stades, dont Eratosthenes a fait usage. Nous croyons avoir trouvé le moyen de distinguer tous les stades anciens, & d'en fixer la valeur. Nous en donnerons le détail (b). Il suffira de dire que le stade dont il s'agit ici, étoit de 85 toises 3 pieds 7 pouces. Le degré qui résulte de l'opération d'Eratosthenes étoit donc de 59442 toises (c), & plus grand de 2400 toises que celui qui a été mesuré aux environs de Paris. Cette erreur n'est pas considérable pour un premier essai. On ne peut pas attendre de cette détermination une plus grande exactitude; le mérite est de l'avoir imaginée, exécutée, & la gloire de l'astronôme est que les modernes n'ont rien ajouté à sa méthode; s'ils ont mieux réussi, s'ils ont approché plus près de la vérité, c'est par les progrès des arts, & par la perfection des instrumens.

§. XXV I.

M. WEIDLER (d) rapporte, d'après Plutarque (e), que, suivant Eratosthenes, la distance de la lune à la terre étoit de 780000 stades, & celle du soleil de 804000000. On ne nous dit point par quelle méthode il y étoit parvenu. Nous ne parlerons point de la distance de la lune qui est beaucoup trop petite; mais ce qui est très-extraordinaire, c'est que cette distance

(a) *Martianus Capella. de nuptiis, L. VI.*
p. 124.
(b) *Inferè, Liv. IV.*
Eclairc. Liv. III, §. 5.

(c) *Eclairc. Liv. I, §. 17 & 18.*
(d) *Hist. Astr. p. 132.*
(e) *Opinions des philosophes, Lib. II.*
cap. 31.

du soleil de 804000000 de stades, comparée au rayon du globe de 30772, tel qu'il résulte de la mesure même d'Eratosthenes, place le soleil à une distance de 20200 de ces demi-diamètres (*a*) ; distance qui est précisément égale à celle qui a été déterminée dans le siècle dernier & dans celui-ci par M. Cassini, par M. de la Caille & par les plus habiles astronomes : distance qui est encore la même que celle qui résultoit du passage de Vénus sur le Soleil en 1761. Et sans le dernier passage de 1769, où l'on a répété les observations, nous ne serions pas plus avancés que ne l'étoit Eratosthenes. Nous ne devons pas dissimuler que ce nombre de 804000000 ne se trouve point dans l'original grec de Plutarque (*b*) ; on ne le trouve que dans la traduction de Xilander, qui aura puisé cette leçon dans quelque manuscrit ignoré. On ne peut pas supposer que ce nombre ait été substitué au véritable par le traducteur : cette supposition seroit absurde, sans en être plus utile ; car au tems de Xilander (*c*), on ne connoissoit pas assez bien la distance du soleil à la terre. On croyoit le soleil moins éloigné de plus de la moitié de sa distance.

Il y a bien loin de ces déterminations à celles d'Aristarque. Il plaçoit le soleil dix-neuf fois plus loin que la lune. Ici c'est trois cens fois & plus. On ne peut pas faire tant de chemin en si peu de tems. D'ailleurs de pareilles déterminations sont d'une longue recherche, & demandent des observations délicates que les instrumens d'Eratosthenes ne permettoient pas. S'il eût seulement tenté de les faire, ses essais & ses moyens nous seroient parvenus comme ceux des mesures de l'obliquité de l'écliptique & de la circonférence de la terre. Si cette distance

(*a*) Il en résulte une parallaxe de dix secondes & demie.

(*b*) Edit. grec. de Wechel à Francf. en 1599.

(*c*) Xilander étoit né à Auxbourg en 1532.

du soleil a été réellement donnée par Eratosthenes, si l'on ne veut pas supposer qu'il l'avoit imaginée au hasard, ce qui seroit bien bizarre, il faut croire qu'il l'avoit puisée dans quelque manuscrit de l'orient, & cet élément donneroit une haute idée de l'astronomie perdue. Nous ne savons pas quels moyens les anciens ont employés pour parvenir à ce résultat si exact & si singulier. Nous avouons qu'il appartient à une astronomie très-perfectionnée. Placés entre deux difficultés très-fortes, l'une, qu'Eratosthenes, Plutarque ou Xilander aient inventé ce nombre pour leur plaisir & pour nous tromper, & qu'ils aient été servis par un coup unique du hasard, l'autre, que l'état des sciences ait été jadis assez perfectionné pour permettre de réussir dans l'observation la plus délicate de notre siècle; observation qui demande de longs travaux, des astronomes assidus, intelligens, & des instrumens parfaits: nous aimons mieux croire ce qui est extraordinaire que ce qui est absurde. Il nous paroît plus naturel que les hommes, partis également de l'ignorance, soient revenus deux fois au même degré de lumière. Nous imaginons difficilement la malice sans motifs & sans fruit; nous aurions encore plus de peine à nous persuader que le sort eût récompensé l'impudence du mensonge par une véritable divination. Si nous n'avons point placé cette connoissance de la distance du soleil au rang de celles que nous avons attribuées à l'astronomie antédiluvienne; c'est par la fidélité qu'exige notre ministère, & par respect pour la vérité de l'histoire. L'existence de cette ancienne astronomie nous paroît infiniment probable; mais ce n'est pas à nous à prononcer si c'est une vérité. En conséquence, nous avons cru devoir placer les faits, conserver les découvertes à leurs siècles & aux tems désignés. Après avoir rempli ce devoir, nous nous sommes permis de discuter les faits, &

d'éclairer l'histoire par la philosophie, en montrant que, suivant une critique judicieuse, la plupart de ces découvertes ne sont que des adoptions.

§. XXVII.

ERATOSTHÈNES n'avoit pas des notions si exactes sur la grandeur du soleil ; car il pensoit que son diamètre étoit seulement vingt-sept fois plus grand que celui de la terre (a). S'il eût su déterminer la distance du soleil, il l'auroit comparée au rayon de la terre mesuré par lui, au diamètre apparent du soleil déterminé par Aristarque ; & il en auroit conclu que ce diamètre étoit au moins 90 fois plus grand que celui de la terre. Mais l'astronomie n'étoit pas alors assez avancée, pour que l'on fît ces rapprochemens & ces comparaisons : & par conséquent, elle étoit encore bien loin de permettre des recherches aussi difficiles que celle de la distance vraie du soleil.

Une justice qu'il convient de rendre à Eratosthènes, c'est qu'il semble être le premier qui ait entrepris le dénombrement des étoiles. Pline, qui attribue à Hypparque cette idée première & digne en effet d'éloges, la célèbre avec le plus grand enthousiasme. Nous montrerons quel fut à cet égard le mérite & la gloire d'Hypparque. Nous soupçonnons qu'il a pu être prévenu par les anciens Orientaux (b) ; mais il est certain qu'Eratosthènes, avant lui, s'étoit appliqué à décrire les constellations, avoit même compté les étoiles qu'elles renferment. Il en avoit trouvé 675. Une partie de cet ouvrage nous a été conservée (c).

Tant de travaux & d'entreprises mémorables ont immor-

(a) *Macrobius somn. Scip. Liber I, cap. 20.*

(b) *Idem, Livres III & VII.*

(c) Ce fragment d'Eratosthènes est imprimé à la suite des phénomènes d'Aristarque, dans l'édition grecque d'Oxford.

talisé Eratosthenes. Fabricius a fait le dénombrement de ses ouvrages (a), dont aucun ne nous est parvenu entier (b) : il ne nous en reste que quelques fragmens. Eratosthenes avoit beaucoup écrit sur la géographie : Strabon le cite souvent ; Hypparque l'a critiqué en l'admirant (c). On lui avoit donné le surnom de Bêta, la seconde des lettres de l'alphabet grec, pour marquer que s'étant appliqué à toutes les sciences, il n'avoit que le second rang dans chacune (d). Après avoir poussé sa carrière jusqu'à quatre-vingt ans, il perdit la vue. Ce grand homme, affligé de cette perte, forcé de quitter & le travail & le spectacle du ciel, se laissa mourir de faim (e).

§. XXVIII.

CONON de Samos paroît avoir vécu vers la 130^e olympiade ; ou 260 ans avant J. C. Ptolémée le cite (f), comme ayant fait des observations en Italie ; mais ce sont des observations suivant les anciennes méthodes. Elles n'avoient pour objet que le lever & le coucher des étoiles. Il rassembla toutes les éclipses conservées chez les Egyptiens (g). On attribue à Conon la constellation de la Chevelure de Bérénice. Cette Reine étoit femme de Ptolémée Soter ; elle fit vœu de consacrer à Vénus ses cheveux, qui étoient d'une beauté singulière, si son mari revenoit triomphant de la guerre d'Asie. Elle accomplit son vœu, & suspendit ses cheveux dans un temple de Vénus. Comme ils disparurent au bout de quelque tems, on dit qu'ils avoient été enlevés par les Dieux ; & Conon, attaché à

(a) Fabricius, *Biblioth. græq. Lib. III.*

(b) Eratosthenes avoit fait un commentaire sur l'Oſtæteride d'Eudoxe.

Geminus, chap VI, p. 34.

(c) Plin., Liv. II, chap. dernier.

(d) Mém acad. inscr. Tome IX, p. 403.

(e) Weidler, p. 131.

(f) Ptolem. *de apparentiis in Uranologion.* p. 93.

(g) Senecq. *Quest. nat. Lib. VII, c. 3.*

Ptolémée Philadelphé, fils de cette Reine, les plaça au ciel dans un amas d'étoiles, & sous le nom de Chevelure de Bérénice (a).

Archimede, contemporain de Conon, cet ancien & fameux géometre, le Newton de l'école greque, a mérité aussi le nom d'astronôme. Nous avons déjà détaillé son observation curieuse du diametre du soleil. Nous ne dirons point, pour lui faire honneur, que, suivant le témoignage de Cicéron (b), il faisoit le soleil plus grand que la terre; cette opinion n'étoit ni nouvelle, ni particuliere à Archimede. Mais nous dirons que Ptolémée le cite pour avoir fait des observations de solstices (c), ce qui caractérise vraiment l'astronôme. Nous produirons la sphere qu'il construisit, où les mouvemens du soleil, de la lune & des cinq planetes, étoient représentés chacun avec la vitesse qui lui est propre, & avec tant d'art, que Cicéron (d) a dit d'Archimede, qu'il avoit fait, en imitant ces mouvemens, plus que la nature en les produisant, puisque quelques-uns de ces mouvemens étoient plus réguliers que les vrais mouvemens célestes. Mais corriger ainsi la nature, c'est la défigurer au lieu de l'embellir. Ses inégalités sont une perfection; & cette prétendue régularité ne seroit aujourd'hui qu'un défaut dans une pareille machine.

On fait qu'Archimede, méditant profondément au milieu du tumulte, périt lorsque Syracuse fut prise par Marcellus, 212 ans avant J. C. Dans ces momens de brutalité & d'ivresse, où une soldatesque effrénée a le droit de tuer des citoyens sans défense, un soldat disposa de la vie d'un grand homme, & termina des jours utiles à l'univers. Marcellus, dont il avoit

(a) Eclairc. Liv. I, §. 21.

(b) Quest. Acad. Lib. II, c. 36.

(c) Almag. Lib. III, c. 2.

(d) Eclairc. Liv. I, §. 22.

retardé la conquête , le regretta , & rendit cet honneur à sa mémoire , qu'il maudit son meurtrier , & ne voulut jamais le voir.

§. X X I X.

IL semble qu'il y ait des tems où la nature soit plus féconde , tant par le nombre que par l'énergie de ses productions. Il est des époques où elle fait naître les grands hommes à côté les uns des autres , réunis comme des faisceaux de rayons pour jeter dans le reste des siècles une lumière forte & durable. Aucune époque ne fut plus remarquable à cet égard que celle de l'école d'Alexandrie. Aux grands hommes dont nous venons de parler , se joint Apollonius de Perge , qui fut leur contemporain , vers 230 ou 240 ans avant J. C. Les disciples d'Euclide lui ouvrirent la carrière des mathématiques. Il fut célèbre dans la géométrie , par son traité des sections coniques ; où il étend & démontre les propriétés de ces courbes. Il doit l'être dans l'astronomie , pour avoir tenté le premier d'expliquer les causes des stations & des rétrogradations des planètes. C'est lui qui inventa les *épicycles* , ou du moins qui démontra (a) la proportion nécessaire entre l'*épicycle* & le *déferent* , pour produire les stations & les rétrogradations. Cette démonstration seroit encore une véritable invention.

Les anciens , c'est-à-dire , les Chaldéens , les Chinois , & sans doute ceux qui les ont précédés , avoient remarqué que chaque année les cinq planètes , Saturne , Jupiter , Mars , Vénus & Mercure ralentissoient d'abord leur vitesse , paroissent ensuite stationnaires , & finissoient par prendre un mouvement rétrograde. Ces phénomènes , s'ils avoient été réels , auroient détruit

(a) *Almageste. Lib. XII. c. 1.*

l'erreur la plus chère à toute l'antiquité , celle de l'uniformité du mouvement des astres. On a toujours senti , comme par une espèce d'instinct , que la nature n'agit que par des voies simples , & on entrevoyoit qu'elle devoit avoir un principe unique. Ce principe , selon les anciens , étoit le mouvement uniforme dans une orbite circulaire. C'étoit une erreur , mais cette erreur fut utile ; elle fit faire un pas vers la vérité , en portant à croire que ces phénomènes n'étoient qu'apparens. Pour sauver l'uniformité , qui sembloit se démentir dans les stations & les rétrogradations des planetes , on imagina de faire tourner uniformément la planete dans un petit cercle qu'on nomma *épicycle* , tandis que le centre de ce cercle tournoit autour de la terre dans un plus grand cercle appelé le *déférent* , parce qu'il portoit l'épicycle. C'étoit la véritable orbite de la planete. On conçoit que la planete , marchant dans son épicycle , va tantôt du même sens que le centre de l'épicycle , tantôt dans un sens contraire , & selon les proportions assignées par Apollonius , il y a des cas où le mouvement résultant de cette combinaison fera rétrograde , d'autres où il fera nul & la planete stationnaire (a).

§. X X X.

Voilà le premier théorème de géométrie dont nous ayons eu occasion de parler dans cet ouvrage. Il nous fait douter qu'Apollonius ait adopté l'hypothèse philolaïque sur le mouvement de la terre. Comment un géometre aussi habile n'auroit-il pas vu que les stations & rétrogradations des cinq planetes naissoient de leur mouvement propre & direct , combiné avec le mouvement de la terre ; ses épicycles devenoient inutiles &

(a) Eclaircif. Liv. I, §. 22.

la théorie fautive. Nous sommes aujourd'hui très-prévenus contre les épicycles, les déferens, & contre tout cet attirail de cercles dont les successeurs d'Apollonius ont, à son exemple, chargé l'explication des mouvemens célestes. Mais si nous voulons examiner cette hypothèse sans prévention, avoir égard au petit nombre de phénomènes observés, & mal observés, à l'ignorance des anciens sur les vrais principes de la physique, à ce préjugé si profondément enraciné de l'uniformité des mouvemens célestes dans une orbite circulaire, nous conviendrons que l'hypothèse, qui satisfaisoit à tous les phénomènes alors connus, étoit ingénieuse. On dira qu'elle n'étoit point physique; mais pouvoit-on alors apprécier ce qui étoit vraiment physique. Nous-mêmes le pouvons-nous aujourd'hui? Que veut-on désigner par là, si ce ne sont les effets qui découlent des loix de la nature? Or dans un tems où toutes ces loix étoient ignorées, n'étoit-il pas excusable de se tromper sur les effets qu'elles pouvoient produire? Quel que soit l'auteur de cette invention, ce fut un trait de génie de ramener le phénomène, si bizarre en apparence, des stations & des rétrogradations à l'uniformité qu'on avoit admise pour principe.

§. X X X I.

On peut remarquer que l'idée d'Eudoxe de donner à chaque planète autant de sphères solides qu'elle paroissoit avoir de mouvemens différens, est le germe de l'idée des épicycles; elle fut seulement appliquée avec plus de génie à la théorie des planètes. Eudoxe avoit fait des cieux matériels, des sphères entières pour rendre raison d'un mouvement qui s'accomplit dans un cercle. L'esprit humain dégrossit son ouvrage; on ne laissa que ce cercle. On fit d'abord main basse sur tout le reste: bientôt on fit un pas de plus; on sentit qu'il étoit

absurde de faire mouvoir ce cercle pour faire marcher la planète, tandis qu'il étoit beaucoup plus simple de la faire marcher elle-même, en la supposant assujettie par une cause quelconque à décrire un cercle. Ensuite, pour représenter plusieurs mouvemens, on imagina plusieurs cercles; on les fit mouvoir en même tems que la planète, & ce furent les épicycles. Voilà un véritable développement. Une connoissance naît des connoissances qui la précédent, & se joint à elles pour étendre la science. Ce ne sont plus des débris, ce sont des élémens.

§. XXXII.

Nous soupçonnons qu'Apollonius pourroit bien être l'inventeur de la méthode des projections. Nous ne voyons pas qu'il en soit question dans l'histoire des mathématiques avant l'époque où nous sommes. Or il n'est pas possible de douter que cette méthode n'appartienne à l'école d'Alexandrie, par l'application qu'on en fit alors à la perfection des cadrans solaires & des horloges (a). On ne peut en faire honneur qu'au génie d'Archimede ou à celui d'Apollonius; & il nous semble que le géometre de Syracuse n'avoit point appliqué à l'astronomie l'esprit géométrique qu'il a fait briller dans tant d'ouvrages. Nous l'avons vu imaginer & exécuter avec autant de sagacité que d'adresse, l'observation délicate du diamètre du soleil; mais nous ne voyons nulle part qu'il ait cherché à rendre raison des phénomènes célestes par le secours de la géométrie,

§. XXXIII.

MALGRÉ la vénération que nous inspirent le mérite & la

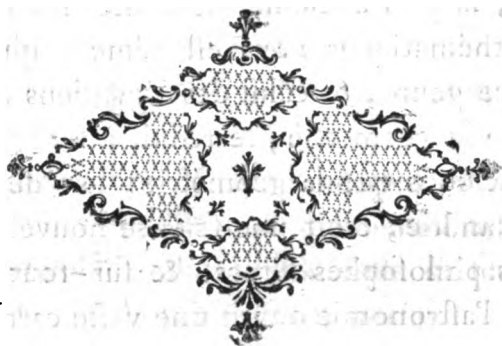
(a) Eclaircissemens, Liv. II.

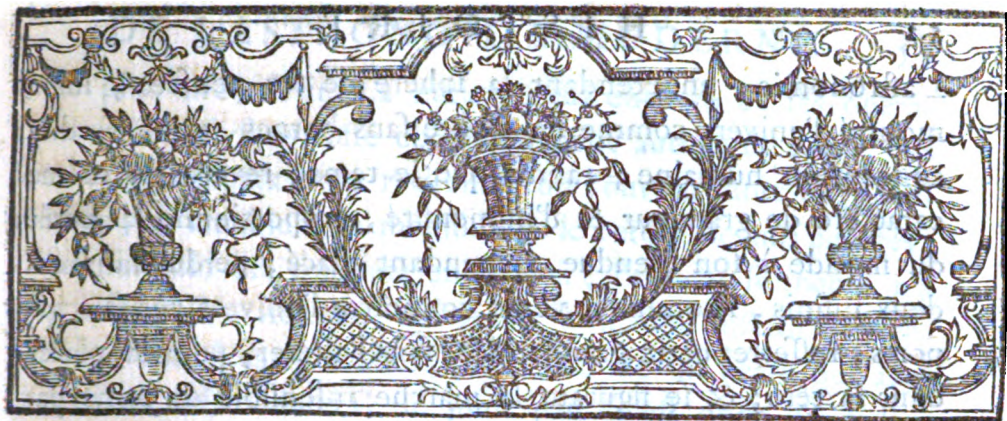
mémoire d'Archimède, nous oserons lui faire un reproche, c'est de n'avoir pas dérobé à Apollonius l'idée d'appliquer la géométrie à l'astronomie. Il ne manque à sa gloire que cette application, faite sous ses yeux, & cependant si digne de son génie. Cette idée heureuse & féconde a fait une révolution dans la science, en lui donnant une marche plus sûre & des progrès plus rapides. La méthode des projections & celle des épicycles en attribuent tout l'honneur à Apollonius.

Il ne paroît point que la géométrie ait été cultivée jadis dans l'Asie. Quelque haute idée que nous ayons des connoissances du peuple antérieur, qui a marché le premier vers la lumière, nous croyons que la géométrie a pu manquer à ses progrès. Infiniment utile pour la recherche des causes, elle ne l'est pas également pour la connoissance des effets. Les anciens y suppléèrent par la patience, & sur-tout par le tems. L'astronomie ne suppose nécessairement que la connoissance du cercle, & cette figure étoit donnée par les mouvemens célestes mêmes. La première connoissance géométrique appartient peut-être à l'astronomie, la plus ancienne de toutes les sciences. L'historien des mathématiques nous est témoin que le savoir des Chinois en ce genre, & celui des Egyptiens à qui on attribue l'invention de la géométrie, se réduit à fort peu de chose (a). Nous en concluons que la géométrie, lors de la fondation de l'école d'Alexandrie, étoit une science nouvelle qui tenoit son existence des philosophes Grecs; & sur-tout de Platon; son application à l'astronomie ouvrit une vaste carrière. En avouant que l'astronomie a besoin de son appui, nous sommes loin d'attribuer la supériorité à la géométrie. Indépendante de toutes les sciences, elle les dirige toutes, mais ce n'est pas comme

(a) Histoire des Mathématiques, Tome I, p. 52.

souverain. Les autres sciences sont physiques, elles existent dans le sein de la nature. La géométrie est née dans la tête de l'homme : elle est le résultat de sa manière de voir ; il est naturel qu'elle soit applicable à tout. La géométrie & l'astronomie se touchent par des rapports directs ; par une liaison intime ; elles ont pour objet l'étendue & le mouvement. Ce sont deux sœurs, qui doivent mutuellement s'aimer & se servir. La géométrie, par une marche plus sûre, conduit à des vérités, peut-être inaccessibles sans elle : mais le théâtre de sa gloire est l'ouvrage de son aînée ; si l'astronomie a besoin de son secours, la géométrie elle-même n'est qu'un instrument dans les mains de l'astronôme. Quand il s'agit d'expliquer les phénomènes, le choix des observations & l'adresse du calcul y concourent également ; & l'art de les mettre en œuvre appartient au génie, qui n'est pas plus étranger à l'astronôme qu'au géomètre.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SECOND,

Des Instrumens dont on a fait usage dans l'école d'Alexandrie.

§. PREMIER.

L'ESPACE & le tems , voilà ce que l'homme se propose de mesurer ; l'un circonscrit son existence momentanée , l'autre accompagne son existence successive. Ces deux étendues sont liées par une relation nécessaire , qui est le mouvement. Dès qu'il est constant & uniforme , l'espace est connu par le tems , le tems est mesuré par l'espace. Nous l'avons dit ; l'homme n'a point en lui la constance & l'uniformité : différemment modifié à chaque instant , il est changeant , inégal , & trop peu durable , pour être la mesure de la durée.

G ij

L'astronomie, en étendant la sphere de ses pensées, lui a montré l'univers comme un espace sans bornes, où se perd la conception humaine; tandis que le tems, revêtu du même caractère de grandeur & d'immensité, proportionne la durée du monde à son étendue. Cependant placé, perdu dans ces deux infinis, l'homme a voulu connoître l'univers par ses rapports, resserrer cette grande idée, sans l'altérer, pour la placer dans sa tête; & se figurant la marche insensible du tems par des rapports semblables, il s'est fait une idée du passé qui n'est plus, de l'avenir qui ne sera peut-être jamais, & il a posé devant lui le tableau de l'état passé, présent & futur du monde.

§. II.

Ce sont là les fruits de sa curiosité & de son génie; nous devons développer ici les moyens qu'il a employés. La sphere de nos organes est très-bornée: elle ne suffit ni à la volonté, ni aux desirs. L'homme, si intéressant par les progrès de sa raison, par les produits de son imagination, est sur-tout digne d'être admiré dans l'invention des instrumens, qui sont les plus utiles & en même tems les plus grandes de ses pensées. Il a multiplié sa force & s'est aidé de celle des élémens: il a augmenté le pouvoir de ses sens; il en a rectifié l'usage, assuré le rapport, & il a ajouté à sa puissance physique une étendue & une exactitude que la nature sembloit lui avoir refusées.

Cependant en acquérant de nouveaux organes, nous avons peut-être affoibli, diminué le pouvoir de nos organes naturels. Moins exercés, ils ont perdu la perfection qu'ils pouvoient tenir de l'habitude. Seroit-ce un paradoxe d'avancer que cette perte a été avantageuse? Nous sommes devenus plus capables de méditation; l'esprit s'est plus développé, lorsque le physique

a été plus circonscrit. La nature nous entoure de ses opérations : tout est sans cesse en mouvement autour de nous , des sens trop délicats nous retirent trop souvent hors de nous-mêmes ; ils troublent la mémoire & le retour de nos pensées ; l'ame sensible est toujours en action , l'ame raisonnable n'a rien à faire. Un homme , qui auroit à chaque instant des sensations , des idées nouvelles , seroit comme un avare qui augmente un trésor dont il ne jouit pas. Il est donc un milieu nécessaire entre des sens subtils qui fourniroient trop d'idées , & des sens obtus qui n'en donneroient pas assez. Les instrumens ont cet avantage , que ce sont des sens dont l'homme ne se sert pas toujours ; il n'en use qu'à son gré. Il les interroge pour s'instruire , il les éloigne pour méditer sur leurs rapports , pour combiner leurs produits. Alors réduit à ses sens nuds , l'homme , qui se retire en soi , est maître de contempler en paix ce qu'il possède : l'esprit observateur cesse , & la retraite & le silence produisent le génie.

§. I I I.

L'ASTRONOMIE semble ne dépendre que de la vue : c'est le sens le plus étendu , le plus prolongé ; il nous transporte partout , & nous fait jouir du spectacle entier de l'univers. Mais si l'homme n'avoit employé que ses yeux , la science n'eût pas fait tous les progrès dont elle est susceptible. En voyant les astres semés sur la voûte du ciel , nous recevons des sensations séparées , des idées inexactes de lieu , de grandeur & de distance. Nous n'avons qu'un guide sûr , c'est le tact , le plus fidelle de nos sens ; il falloit donc atteindre les astres , pour s'assurer de leur position : il falloit les toucher pour les mesurer & les espacer. Cette entreprise de l'esprit

humain est d'une hardiesse qui étonne ! Elle eut un plein succès ; il en résulta un premier instrument , dont l'invention mérite d'autant plus d'être développée , qu'elle est devenue fondamentale.

Lorsque nous voulons juger de la grandeur ou de la distance , nous touchons les objets. On sait que si la vue parvient à nous en donner l'idée , c'est après qu'elle a été long-tems rectifiée dans l'enfance par le toucher. Nous allongeons le bras pour saisir les objets ; mais lorsque les objets s'éloignent , lorsque la main ne peut les atteindre , lorsque nous ne pouvons nous transporter nous-mêmes , il semble que nous ayons atteint les bornes de notre nature & de nos connoissances. Les astres qui se peignent dans le fond de notre œil , ne laissent entr'eux que des intervalles serrés par l'éloignement , la vue les représente assez petits , l'esprit conçoit qu'ils doivent être grands. Mais de combien sont-ils grands effet ? Comment éclairer l'esprit , comment dans ces abîmes de l'espace , le toucher rectifiera-t-il le sens de la vue ? On pensa qu'on pouvoit se servir du rayon visuel qui atteint l'astre le plus éloigné ; on imagina l'alidade , c'est-à-dire , une longue regle de bois ou de métal , dirigé suivant le regard , & qui en fixe la direction. Le rayon visuel se propageant toujours en ligne droite , est semblable à une corde tendue de l'objet à l'œil. Les petites inventions servent de degrés à de plus grandes , l'homme sonde , examine , touche avec un bâton les choses qu'il ne peut atteindre ; l'alidade n'est que ce bâton prolongé jusqu'au terme de la portée de la vue. En mirant à un astre , en conduisant , en couchant le rayon visuel le long de l'alidade , en la touchant pour régler sa direction , on touche l'astre qui est à son extrémité , & on s'assure qu'il ne s'en écarte pas. Cet instrument si simple , cette regle de bois est donc un moyen très-ingénieux ,

produit d'une métaphysique profonde, cachée dans la simplicité des opérations.

§. I V.

CE bâton prolongé par le rayon visuel, suffit pour atteindre un objet simple; mais lorsque cet objet est double, ou lorsque l'objet a quelque étendue, il ne suffit plus pour embrasser la distance ou la grandeur. Il faut un instrument à doubles branches, pour saisir ces distances & ces grandeurs, comme par une espèce de pince. En décrivant des inventions nobles, nous nous servons d'un exemple, peut-être un peu vulgaire; mais si l'on ennoblit les petites choses par de grandes comparaisons, les choses élevées & difficiles sont éclaircies par des exemples familiers. On imita ce qui se passe dans l'œil, où les rayons visuels partis de deux objets séparés, viennent aboutir, en formant un angle d'autant plus grand que la distance réciproque de ces objets est plus grande. On avoit déjà fait usage d'un rayon visuel, en inventant l'alidade, on vit qu'il falloit employer deux rayons, & unir deux alidades par l'une de leurs extrémités. On pointa vers les deux objets, en dirigeant la vue successivement le long des deux règles, & leur écartement fut la mesure de la distance: mais ici se présentoient des mesures d'une espèce nouvelle & inconnue. On a toujours mesuré chaque étendue par une étendue analogue: les lignes, les longueurs, les chemins par des lignes droites d'une longueur convenue; les surfaces par des carrés; les solides pesans par des cubes ou par des poids. Chaque étendue a son module fixe & déterminé par les conventions; ici la mesure étoit un angle. Comment établir la quantité de cet angle, & lorsque les quantités sont différentes, comment en déterminer le rapport? Qu'on se représente les tems, où la géométrie n'étoit

pas née, où les hommes ne s'étoient pas accoutumés à considérer les propriétés des figures, on sentira combien on dû être embarrassé de ces difficultés; combien il fallut de génie pour les résoudre. On y parvint par une suite d'idées & d'inventions, difficiles parce qu'elles sont les premières, & simples parce qu'elles sont simples. La simplicité est encore aujourd'hui le mérite suprême des inventions nouvelles; c'est le partage des esprits supérieurs: on n'y parvient qu'après des essais, des complications ingénieuses, préliminaires souvent indispensables de la simplicité; & par ce qu'elle coûte d'efforts, aujourd'hui que la lumière est grande & universelle, que les arts sont frères, que les esprits se communiquent & s'éclairent, on peut juger de ce qu'elle a coûté, lorsque les arts isolés commençoient avec la lumière, & que le génie, solitaire au milieu de la foule des hommes grossiers, existoit seul contre les difficultés.

On examina le nouvel instrument, on en étudia le jeu. On vit que pour des astres plus distans, il falloit éloigner d'avantage les deux règles par un mouvement de rotation sur l'extrémité qui leur étoit commune. On acheva la révolution entière autour de ce centre; & l'on connut que cette révolution devenoit une mesure fixe & invariable. Quelle que fût la distance, grande ou petite des astres, l'intervalle des deux règles étoit toujours une fraction de la révolution entière; il étoit toujours possible d'en assigner le rapport. On y parvint en rendant les deux règles égales, & en représentant par un cercle de bois ou de métal le chemin que décrivait l'extrémité de la règle mobile. Cette circonférence divisée en degrés donna les fractions mêmes du cercle, & toutes les distances furent mesurables. Voilà sans doute l'origine du cercle; voilà sans doute encore la source du préjugé si profondément enraciné chez les

les anciens , que les astres ne pouvoient avoir qu'un mouvement circulaire. C'étoit le fruit de l'expérience. Après avoir suivi long-tems un même astre , au moyen de la regle mobile , il étoit naturel de conclure qu'il avoit fait le même chemin qu'elle. Cette origine de la courbe du cercle nous paroît vraisemblable & curieuse. C'est ce qui nous a fait dire que la première invention géométrique pouvoit appartenir à l'astronomie. La métaphysique , qui nous a guidés pour la retrouver , n'a peut-être pas été sentie par les inventeurs. Mais l'instrument qui en résulte , le cercle divisé , la mesure des distances célestes par les angles & par le mouvement circulaire , sont dignes de nos éloges & de notre admiration. Les auteurs de cette invention ont été capables de cultiver les sciences & d'en étendre les progrès. Nos instrumens les plus ingénieux , les plus perfectionnés dans ce genre , ne sont que cet instrument primitif. Nous pouvons sans doute nous applaudir de nos efforts , de nos succès ; mais en corrigeant nos maîtres par les progrès des siècles , nous devons dire qu'ils ont créé ce que nous perfectionnons.

§. V.

Dès que l'instrument circulaire fut inventé , on passa bientôt à l'invention de la sphere d'airain que nous avons décrite (a). Nous avons expliqué sa construction , sa position & son usage. Elle étoit en tout semblable à la sphere céleste. Chacun de ses cercles s'appeloit une *armille* à Alexandrie , & la sphere entière portoit le nom d'*astrolabe* (b). Mais elle ne fut point l'ouvrage de cette école célèbre ; elle appartient à l'astronomie primitive , & elle a nécessairement la date des déterminations

(a) Astr. anc. Liv. II , §. 14.

(b) Ptolémée , Almag. Lib. V. c. 14.

astronomiques auxquelles les anciens n'auroient pu parvenir sans son secours (a). On la retrouve à la Chine dans la plus haute antiquité de cet empire (b); mais on n'en apperçoit aucune trace chez les Indiens & chez les Chaldéens : cette invention fut renouvelée par les astronomes d'Alexandrie. Aristille & Timocharis ont eu des armilles ; Eratosthenes en fit construire de plus grandes. Nous ignorons les dimensions de ces instrumens ; mais nous pensons qu'ils n'avoient pas moins de sept à huit pieds de rayon. On sent qu'une sphere formée de quatre à cinq cercles d'airain de quinze à seize pieds de diametre , avoit une masse énorme & pesante, dont les mouvemens exigeoient beaucoup d'art , la construction beaucoup de dépense , & qui ne devoit se trouver que dans un grand observatoire fondé par un grand Prince.

§. V I.

CET instrument étoit composé , comme nous l'avons dit , d'un équateur ; deux grands cercles le coupoient à angles droits , aux points des équinoxes & des solstices , c'étoient les colures. Ces cercles réunis & enclavés dans un autre grand cercle , perpendiculaire à l'horizon & représentant le méridien , furent rendus mobiles autour d'un axe dirigé aux deux pôles du monde. Cet instrument étant mobile , comme la sphere céleste , pour la suivre dans son mouvement diurne en vingt-quatre heures , il falloit à chaque observation , diriger l'instrument & le conformer à l'état présent du ciel. On choisissoit une étoile dont la position étoit connue & marquée sur l'équateur divisé. On pointoit à cette étoile. Alors l'instrument étoit

(a) Astron. anc. Liv. II , §. 12.
Infra, Eclairc. Liv. I , §. 3.

(b) Astronomie ancienne , Liv. IV , §. 22.

d'accord avec le ciel. Il montrait la position de tous les autres astres, tant à l'égard de l'équateur que des colures. Un quart de cercle divisé, allant du pôle à l'équateur, & mobile le long de ce cercle, servoit à mesurer la distance des astres qui s'en écartoient, ou qui avoient une déclinaison.

On ajoutoit des alidades à ces cercles, pour conduire plus exactement le rayon visuel à l'astre observé. Hypparque perfectionna l'alidade en y plaçant des pinnules. Quand on dirige la vue le long d'une regle, on s'assure bien que l'objet n'est ni au-dessus, ni au-dessous, mais la direction de la vue est incertaine dans le sens de la largeur de la regle. On plaça donc à ses extrémités deux petites pieces de métal, percées chacune d'une fente perpendiculaire ou d'un petit trou dans leur milieu, & l'on eut d'une maniere précise la direction du rayon visuel.

§. V I I.

QUANT au soleil, on observoit son passage dans le plan des cercles, au moyen de l'ombre que la partie supérieure du cercle jetoit sur la concavité de la partie inférieure. Comme cette ombre étoit toujours plus étroite que l'épaisseur du cercle de cuivre, on jugeoit du tems où le soleil se trouvoit dans ce plan, en observant l'instant où l'ombre tenoit le milieu de cette épaisseur, de maniere que les deux bords étoient également éclairés. Si le tems de ce passage avoit lieu la nuit, & que le moment n'en pût être observé directement, on estimoit par la situation de l'ombre la veille & le lendemain, l'heure de la nuit à laquelle le passage étoit arrivé. C'est ainsi qu'on observoit l'équinoxe (a).

Nous pensons qu'au tems d'Eratoſthenes, on ajouta à cet

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences 1703, p. 42.

instrument, un cercle mobile autour du centre de l'équateur, dans la vue de l'élever ou de l'abaisser avec le soleil, & de représenter le plan de sa route. Cette invention d'Eratosthenes lui servit à en mesurer l'obliquité. Vers le tems du solstice d'été, il dirigea au soleil, tous les jours à midi, cette éclipse mobile, & il la plaçoit de maniere que l'ombre de la partie supérieure occupât précisément le milieu de la concavité inférieure. Le jour où l'on cessoit d'élever ce cercle, étoit le jour du solstice, & la plus grande hauteur du soleil étoit marquée par les degrés du méridien. L'hiver on observoit de la même maniere la plus petite hauteur, & la différence donnoit la distance des tropiques, dont la moitié étoit l'obliquité de l'écliptique. Il paroît que les anciens n'eurent jamais l'idée de mesurer la hauteur absolue du soleil, ou des astres sur l'horizon. Ils regardoient peut-être ce cercle comme trop variable à l'égard des cercles de la sphere, pour y rapporter aucune observation.

§. VIII.

LA mesure & la connoissance du tems ont été le premier but des travaux astronomiques, & le premier fruit que les hommes en ont recueilli. On compta d'abord par des soleils, ou par des jours: on aggrandit les mesures, en faisant usage d'abord des révolutions de la lune; ensuite de la révolution annuelle du soleil; puis enfin de leurs révolutions combinées, pour embrasser de plus longs intervalles, ou pour avoir une idée numérique de cette succession continuelle & rapide qui engloutit les générations des êtres, les durées des empires, & dont les grandes périodes de la nature ne sont que des unités. Mais ces siècles accumulés ne servoient qu'à la curiosité & à l'usage de l'esprit; avant ces recherches les besoins civils

avoient demandé de plus petites mesures pour partager la journée & les travaux. La nature, par l'alternative de la lumière & des ténèbres, avoit réglé celle du travail & du repos. La première division du jour fut simple ; elle étoit en quatre parties ; le matin , le midi , ou le milieu du jour , le soir & minuit , ou le milieu de la nuit. Il paroît qu'on subdivisa ces divisions : de là naissent les quatre parties du jour & les quatre veilles des Romains ; division qui se retrouve chez les Indiens (a).

§. I X.

Ces mesures étoient vagues & incertaines , mais lorsque l'art vint y appliquer sa précision , lorsqu'on voulut partager la journée en parties égales , nommées *heures* , on employa deux moyens : les clepsidres , dans lesquelles la chute de l'eau modérée & dirigée par certains artifices , indiqua les heures ; les cadrans sur lesquels l'ombre d'un stile marche , en suivant le mouvement du soleil , & sert au même objet. Les clepsidres sont la plus ancienne de toutes ces inventions. On n'auroit point employé la chute de l'eau pour partager l'équateur en douze parties , si l'on avoit eu un cercle divisé , & la sphere d'airain dont nous venons de parler. Cet instrument auroit donné directement la division cherchée ; & comme il est d'une haute antiquité , on voit que l'origine des clepsidres se perd dans les tems les plus reculés. C'est le cercle divisé , ce sont les armilles anciennes qui donnerent naissance aux cadrans. Un cadran n'est qu'un cercle décrit sur un plan , une armille simplifiée. Ce cercle divisé en soixante degrés , comme il l'étoit jadis , ou relativement aux douze portions de

(a) Astronomie ancienne, Liv. IV, §. 14.

l'équateur , fournit deux divisions du jour , l'une plus générale & qui semble plus ancienne , en soixante parties , l'autre en douze. Ces heures furent d'abord égales ; elles n'auroient point été proposées pour la mesure du tems , si elles avoient été inégales ; d'ailleurs l'instrument même , le cadran les donnoit telles. On n'auroit pu construire des cadrans , qui indiquassent des heures inégales , sans le secours de la méthode des projections , assez moderne & très-postérieure à l'invention des cadrans. Les heures ne devinrent inégales que lorsqu'elle passèrent de l'usage astronomique dans l'usage civil. Les astronomes appellent *jour* , ou *jour artificiel* , la durée d'une révolution entière du soleil. Le jour artificiel embrasse un jour naturel & la nuit consécutive. Le peuple qui veille pour travailler quand le soleil l'éclaire , qui dort quand il l'abandonne , ne put concevoir qu'on appelât *jour* un assemblage de lumière & de ténèbres , de travail & de repos. Il dénatura une division utile , & l'ignorance la rendit inexacte pour la plier à son usage. Elle ne s'embarassa pas si le tems s'écoule également , pendant que les hommes se livrent au sommeil ; elle appliqua les douze heures au jour naturel , au tems de la présence du soleil. La multitude résiste par sa masse & par la force de l'inertie , elle fait la loi au petit nombre d'esprits supérieurs ; il fallut céder à l'ignorance qu'on ne put sans doute éclairer , & l'on doubla le nombre des heures , pour que la nuit fût mesurée comme le jour. On eut donc vingt-quatre heures. Mais la science fit plus , après avoir laissé la victoire à son ennemie , elle fut obligée de venir à son secours & de remédier aux suites de son obstination. Les jours étant inégaux , les heures deviennent inégales comme eux dans les différens tems de l'année. Le peuple avoit sans doute , comme nos payfans , quelque moyen grossier , produit par l'inspection habituelle du

spectacle du ciel , pour faire le partage des heures du jour. Mais ce partage se faisoit mal : les heures de chaque jour devoient être égales entr'elles, elles ne l'étoient pas ; la science tira de ses méthodes & de ses inventions nouvelles la construction des horloges & des cadrans composés, qui partageoient la durée inégale des jours en douze portions égales. Cette perfection fut l'ouvrage de l'école d'Alexandrie. Vitruve (a) nous a conservé une nomenclature & une description de ces différens instrumens. Nous allons en rapporter quelques détails , en distinguant ce qui semble dû à cette école de ce qui appartient à des tems antérieurs.

§. X.

LES premières horloges d'eau ont été simples & même grossières. On aura d'abord voulu mesurer le tems par l'eau écoulée d'un vase : mais on n'aura pas tardé à s'appercevoir que les quantités d'eau n'étoient pas proportionnelles au tems ; & après avoir reconnu que l'erreur naissoit de la chute inégale de l'eau , on aura cherché à y remédier , en employant au contraire le tems de l'immersion des corps dans l'eau. Le petit bateau des Indiens , percé d'un trou , qui surnage d'abord , & s'enfonce au bout d'un certain tems fixé par l'expérience (b) , a peut-être été dans ce genre le premier moyen qui fut employé , & le premier degré de perfection des clepsidres. L'expérience pouvoit apprendre à construire différentes machines de cette espece , qui mesurassent différens intervalles de tems , & qui fussent des subdivisions les unes des autres. Mais alors la division du tems , en très-petites parties , comme on

(a) *Architect. Lib. IX, chap. 2.*

(b) *Astron. anc. Eclairc. Liv. III, §. 2.*

ne peut douter qu'elle n'ait été en usage dans l'Asie (a), auroit demandé un attirail immense de ces différentes machines, des soins multipliés pour les faire succéder les uns aux autres, & des erreurs énormes & forcées par les pertes de tems inévitables.

Les anciens auront eu recours à l'ancienne méthode de la chute naturelle de l'eau, & pour des opérations délicates, telle que celle de la division du zodiaque, ils auront à chaque intervalle versé dans le vase l'eau qui en étoit sortie, afin que tombant toujours de la même hauteur & avec la même vitesse, elle mesurât toujours des intervalles égaux (b).

L'expérience alors leur aura peut-être appris à construire un cône ou une pyramide renversée (*fig. 2*), où l'eau écoulée en parties inégales, pouvoit cependant descendre par degrés égaux, marqués sur une graduation appliquée à l'instrument. Nous pensons qu'on a dû inventer cet instrument, quoiqu'il ne soit décrit dans aucun auteur, parce que, selon nous, il a dû précéder la première espèce de clepsidre que nous allons décrire.

§. XI.

CEPENDANT on peut croire que les anciens avoient quelque moyen pour rendre toujours égales la vitesse de l'eau & les quantités écoulées. Nous verrons que plusieurs espèces de clepsidres sont fondées sur cette égalité. Dès qu'ils auront remarqué que la vitesse de l'eau dépend de la hauteur de la chute, ils auront cherché les moyens d'entretenir le réservoir toujours plein & à la même hauteur. Nous imaginons un expédient qui est peut-être assez simple pour avoir été employé. Ce sont deux réservoirs, dont le premier verse dans le second, avec une

(a) Astron. anc. *Ibid.*

(b) *Ibid.* Eclairc. Liv. IX, §. 14.

décharge

déchargé à la hauteur où l'on veut entretenir l'eau. Quand le premier donne une quantité d'eau plus grande que le second n'en peut dépenser, l'excès s'en va par la décharge. Il suffit de régler les dimensions & les dépenses des deux réservoirs, de manière que l'un en fournisse toujours autant, au moins, que l'autre en dépense.

Après avoir vaincu cette difficulté, ils en rencontrèrent une autre non moins grande que la première ; cette difficulté naissoit de l'inégalité des lieux. A Alexandrie, par exemple, le plus long jour d'été étoit de 14^h & la douzième partie, ou l'heure de 1^h 10' ; le plus court jour d'hiver étoit de 10^h & l'heure de 50', suivant notre manière de compter. Quand les heures du jour étoient de 1^h 10', celles de la nuit étoient de 50' & réciproquement ; les heures de la nuit & du jour varioient entre ces extrêmes, dans les tems intermédiaires. Le tems de l'équinoxe étoit le seul où les jours étoient égaux aux nuits, les heures de la nuit étoient pareillement égales aux heures du jour. Aussi quand les anciens vouloient donner la mesure d'un intervalle de tems, pour éviter l'embarras de marquer la saison, qui eût déterminé la longueur des heures, ils se servoient des heures équinoxiales, qui étoient toujours la vingt-quatrième partie du jour artificiel (a).

§. XII.

La première espèce de clepsidres, celle du moins que nous avons droit de regarder comme la première, parce qu'elle est la plus simple, étoit composée de deux cônes renversés (*fig. 3*), l'un creux & percé d'un trou à son sommet, l'autre solide. Les anciens avoient senti que pour que leurs horloges suivissent

(a) Achilles Tatius, *Idag.* c. 18.

l'inégalité des heures , il falloit faire tomber l'eau inégalement , avec plus ou moins d'abondance. Ces deux cônes étoient arrondis avec tant de ressemblance , qu'en les mettant l'un dans l'autre , ils se joignoient parfaitement. Le cône creux avoit des dimensions telles , qu'étant rempli d'eau , il se vidoit entierement dans la durée du plus court jour d'hiver. Sa longueur étoit partagée en douze parties , & l'abaissement de l'eau marquoit les heures ; ou bien peut-être l'eau , tombée & reçue dans un vase , indiquoit les divisions égales du jour par ses différentes hauteurs. Lorsque les jours grandissoient & que les heures devenoient plus longues , on introduisoit le cône solide , & suivant qu'il étoit moins ou plus avancé dans le cône creux , l'eau passoit avec plus ou moins de facilité ; il falloit plus de tems pour écouler la même quantité d'eau & les parties du jour , où les heures devenoient plus longues. Le cône solide étoit porté par une regle graduée , qui montrait de combien il devoit être enfoncé ou retiré , suivant la longueur des jours. Cette construction est simple , même grossiere. Une pareille machine devoit être difficile à exécuter , en lui supposant la moindre exactitude. L'échelle graduée sur-tout demandoit une précision dont les anciens n'ont pas été d'abord capables ; mais on la perfectionna successivement , & quelque imparfaite qu'elle fût , nous ne pouvons douter que cette horloge ne montrât l'inégalité des heures d'une maniere satisfaisante. Nous devons croire qu'elle n'avoit point de ces erreurs considérables , qui auroient empêché qu'on n'en fît aucun usage. Le soin que Vitruve prend de la décrire prouve qu'on s'en étoit servi long-tems , & qu'on s'en servoit peut-être encore de son tems chez les gens peu opulens , qui n'étoient pas en état de payer une plus grande exactitude. Imaginons combien il a fallu d'essais , de soins , d'expériences répétées & suivies , au moins

pendant le cours d'une année , pour établir la graduation de cette machine , & en construire une qui pût servir de modele à toutes les autres. C'est ainsi qu'en attendant que l'invention vienne au secours , la patience supplée au génie.

§. X I I I.

LA seconde espece de clepsidre fut plus ingénieusement & plus agréablement construite. La piece principale étoit une colonne sur laquelle on traçoit obliquement les lignes des heures , à peu près de la maniere suivante (*fig. 4.*). On tiroit deux lignes verticales diamétralement opposées sur la colonne , lesquelles étoient divisées de bas en haut , l'une dans le rapport du plus long jour à la nuit la plus courte , l'autre dans le rapport contraire du plus court jour à la plus longue nuit. On subdivisoit chacune de ces quatre divisions en douze parties , qui représentoient les heures du jour & de la nuit , & joignant ces divisions correspondantes par des lignes obliquement transversales , décrites sur le contour de la colonne , on avoit la diminution ou l'augmentation successive des heures dans les différentes saisons. La colonne étoit mobile & faisoit une révolution sur elle-même dans l'espace d'une année , de maniere que , suivant la proportion des jours , divisés en douze parties ou heures , elle présentoit successivement des espaces plus ou moins grands qu'une petite figure placée à côté , marquoit avec un *index*. On sent que la petite figure devoit avoir elle-même un mouvement en hauteur , pour que son *index* montrât toutes les heures les unes après les autres ; & ce mouvement se renouveloit chaque jour. Ces deux mouvemens de la colonne & de la figure étoient produits par la chute de l'eau , qui devoit être égale. Il falloit nécessairement un rouage à cette machine. M. Perrault a cherché à deviner le mécanisme par lequel ces

deux mouvemens étoient produits ; nous ne pouvons décider si celui qu'il décrit est vraiment le mécanisme des anciens : mais quel qu'il fût , il annonce que la mécanique , au moins la mécanique pratique , avoit fait des progrès , & que l'art des clepsidres anciennement connu , avoit presque atteint sa perfection. Si les pieces qui faisoient mouvoir cette machine n'avoient pas été combinées avec intelligence , & exécutées avec adresse , il en auroit résulté en peu de tems des irrégularités monstrueuses.

§. XIV.

VITRUVÉ fait entendre que ces mouvemens s'exécutoient par le moyen de roues dentées ; il ajoute que ces roues *jetoient des pierres*. Perrault soupçonne avec raison que ces pierres , en tombant dans un bassin d'airain , étoient destinées à indiquer les heures & à tenir lieu de sonnerie. Vitruve (a) , expliquant ailleurs une machine , par laquelle on mesure le chemin que l'on fait en voiture , dit expressément qu'elle renfermoit des cailloux dont il en tomboit un à chaque mille. Il est naturel de penser que les anciens se servoient également de ces cailloux pour faire sonner les heures. Quand le Calife Haroun Alrachid envoya des ambassadeurs & des présens à Charles-Magne , il y avoit une horloge qui sonnoit les heures par le moyen de balles échappées & reçues dans un vase d'airain. On dit que ces balles étoient au nombre de douze (b). D'où nous concluons que cette sonnerie n'indiquoit l'heure que par un coup. Il n'y a pas d'apparence que l'industrie des anciens ait été jusqu'à marquer par le nombre des coups celui des heures

(a) *Architect. Libro decimo , capite decimo-quarto.*

(b) *Annales reg. Franc. Pepini , Caroli-Mag. ad annum 807.*

écoulées. Telle est la progression des desirs de l'homme , & la marche correspondante des arts. On a voulu mesurer le tems , les horloges ont été inventées , & l'on s'est trouvé heureux d'apprécier les intervalles égaux de la vie & de l'existence : cela n'a pas encore suffi , on a désiré d'entendre pendant la nuit la fuite des heures ; il a fallu pendant le jour se débarrasser du soin de regarder le cadran, l'homme occupé ou distrait a voulu être averti par le son. Mais le tems ne s'écoule pas moins à son insçu quand il médite ou quand il jouit : son œil ne voit point , son oreille n'entend plus ; & lorsque l'inquiétude le dévore au - dedans , lorsque l'espérance demande les consolations du tems , la sonnerie est aussi lente que l'aiguille qui semble immobile..

§. X V.

L'HORLOGE précédente doit donc avoir été inventée à Alexandrie , où les mathématiques furent cultivées. Cette science nouvelle fut appelée au progrès des arts. Ctesibius , que l'on regarde comme l'inventeur des clepsidres , & qui a seulement perfectionné ces machines , infiniment plus anciennes que lui , pourroit être l'auteur de celle-ci. On lui doit plusieurs arts , tels que celui des pompes & celui des orgues hydrauliques , ou des machines , qui mues par l'eau rendent des sons. Ces inventions devoient avoir beaucoup d'analogie avec l'horloge que nous venons de décrire. Nous l'avons regardée comme la seconde des clepsidres. En effet ce qu'il y a d'astronomique dans les deux especes suivantes , a dû être ajouté lorsque les machines eurent acquis toute la perfection qu'elles comportent en elles-mêmes. L'astronomie y paroît comme une perfection étrangere ; de nos jours on n'a songé à faire des pendules à équation , des pendules qui marquent les phases de la lune , les jours du mois & de la semaine , que lorsque les principes

qui font la régularité du mouvement ont été suffisamment perfectionnés.

§. XVI.

LA troisième espèce de clepsidre est la première de celles où les anciens avoient appliqué quelque connoissances astronomiques. Ici quoique la chute de l'eau dût être toujours égale, ce sont des quantités inégales d'eau qui font l'inégalité des heures. Au-dessous du cadran est placé un autre cadran (*fig. 5.*), autour duquel sont marqués les signes du zodiaque & les degrés de l'écliptique. La partie intérieure du cadran est mobile sur ce zodiaque fixe ; elle forme un tambour dans l'épaisseur duquel est pratiquée une rainure inégale. Cette rainure présentée par le mouvement circulaire & uniforme du tambour, a un trou par lequel l'eau sort, en laissant passer des quantités tantôt plus grandes, tantôt plus petites ; & cette eau ainsi dispensée donnoit le mouvement à l'aiguille des heures. Le tambour avoit un *index* ; on voit qu'il ne s'agissoit que de placer cet *index* sur le lieu du soleil dans l'écliptique. La rainure inégale régloit la quantité d'eau relative à la longueur du jour. Ces moyens étoient ingénieux ; mais une pareille rainure est difficile à bien faire & demande beaucoup de soin dans son exécution. Nous ne cesserons point de remarquer que tant d'intelligence n'appartient point à un art nouveau. Quant au mouvement communiqué à l'aiguille des heures, voici comment il s'opéroit. L'eau tomboit dans un réservoir ; elle élevoit un morceau de liege, qui tenoit à une chaîne légère, entortillée autour de l'axe de l'aiguille : l'autre bout de la chaîne étoit garni d'un poids suspendu qui faisoit équilibre au morceau de liege, lequel, en montant, faisoit descendre le poids, & tourner l'axe ainsi que l'aiguille des heures.

La quatrième espèce que nous croyons la dernière inventée, parce qu'elle suppose plus de connoissances, étoit appelée *anaphorique*. On traçoit sur le cadran la projection des cercles (*fig. 6.*) de la sphère ; les différens parallèles du soleil y étoient décrits. La partie diurne & la partie nocturne de ces parallèles étoient chacune divisées en douze parties par les cercles horaires. Un clou à tête représentoit le soleil, que l'on pouvoit placer chaque jour dans le degré de l'écliptique, où il étoit réellement. Ce clou mis en mouvement par la chute de l'eau, décrivait le parallèle du soleil & montrait les heures. On voit que cette horloge appartient à un siècle plus éclairé que les premiers. Elle exige des tables du mouvement du soleil. Elle suppose connue la méthode des projections. Elle est donc d'une date postérieure à cette méthode & à Hypparque, qui le premier donna des tables du mouvement du soleil. Sans doute cet astronôme lui-même, ou du moins les artistes de son tems se sont empressés d'appliquer ces nouvelles connoissances à la perfection des horloges.

§. X V I I.

Les clepsidres ont été en usage dans toute l'Asie (*a*), à la Chine, dans l'Inde, sans doute dans la Chaldée, dans l'Égypte, dans la Grèce où Platon les introduisit ; César les trouva même en Angleterre, lorsqu'il y porta ses armes. Cet instrument nouveau lui donna lieu d'observer que les nuits de ce climat étoient plus courtes que celles d'Italie. Les cadrans au soleil n'ont pas été d'un usage si général. On ne voit des traces de cette invention que chez les Chaldéens & chez les Juifs qui

(*a*) Dans un triomphe de Pompée, on porta parmi les dépouilles de l'Orient une horloge qui étoit dans une boîte tissue

de perles. Plin., *Libr. XXXVII, cap. 1.*
Mém. de l'Acad. Inscrit. Tome XX,
p. 448.

les reçurent de Babylone (a). C'est de là sans doute qu'ils passèrent dans la Grece, dans l'Egypte & dans Rome. Vitruve nous apprend (b) que les anciens avoient plusieurs sortes de cadrans, savoir l'*hémicycle*, le *scaphé* ou *hémisphère*, le *disque*, l'*arana*, le *prostahistoroumena*, le *prospanclima*, le *pelecinon*, le *cône*, le *carquois*, le *gonarque*, l'*angonate*, & l'*antiborée*. Un si grand nombre de cadrans d'especes différentes indique un art cultivé & approfondi. Ainsi nous en pouvons conclure que la gnomonique, non seulement n'a pas été inconnue aux anciens, mais que peut-être ne nous le cédoient-ils pas en cette matiere. Toutes ces connoissances rapportées dans l'ouvrage de Vitruve, n'appartiennent pas aux Romains dont le génie n'étoit tourné ni vers les arts, ni les sciences. A peine connoissoient-ils les cadrans solaires trois siècles avant J. C., & à l'époque où nous sommes maintenant. Ils n'ont jamais assez cultivé les mathématiques, ils n'ont pas eu un mathématicien assez célèbre, pour faire penser que ces progrès & cette perfection de la gnomonique soient leur ouvrage. D'ailleurs Vitruve en parle d'une maniere trop superficielle, pour ne pas croire qu'il parle de connoissances étrangères, qui ne lui étoient pas familières à lui-même. Nous les plaçons ici, parce que n'étant point l'ouvrage des Romains, ils ont dû les apporter d'Egypte, où elles ont été, dans l'école d'Alexandrie, sinon inventées, du moins perfectionnées.

L'*hémicycle*, inventé par Bérose, comme nous l'avons déjà dit (c), étoit hémisphérique & creusé dans un carré, de maniere que le grand cercle de cette demi-sphère fût perpendiculaire au plan de l'équateur. Nous n'en dirons pas davantage; le texte de Vitruve est assez obscur, & M. Perrault l'est

(a) Astron. anc. Liv. V, §. 10.
(b) Archlt. Lib. IX, c. 9.

(c) Astronomie anc. Eclaircis. Liv. IV, §. 34.

encore

encore davantage. Ce Cadran nous paroît devoir être le cadran original, le premier inventé, parce que le soleil marchant dans un cercle sur la rondeur du ciel, les anciens ont voulu que la concavité de cet instrument le rendît semblable à la voûte céleste, & que l'ombre opposée au soleil marchât comme lui sur une sphère. On y retrouve une certaine imitation, qui est en tout genre le premier pas de l'esprit humain.

§. XVIII.

L'*ARANEA* est de l'invention d'Eudoxe. Nous avons dit que ce cadran étoit décrit sur un plan (a), & que la multitude des lignes, qui y furent tracées, semblables aux fils de l'araignée, lui avoient fait donner ce nom. Eudoxe remarqua sans doute que la concavité de l'instrument étoit entièrement inutile à son objet : l'ombre du stile pouvoit marcher également sur un plan perpendiculaire à l'équateur. Quoi qu'il en soit, ce cadran décrit sur un plan, paroît être le second pas qu'on ait fait dans la gnomonique.

Nous ignorons en quoi le *scaphe*, ou hémisphère d'Aristarque, différoit de l'hémicycle de Berosé. Le *disque* étoit un cadran horizontal, aussi de l'invention d'Aristarque. Ce mot *disque* indique qu'il n'étoit point creusé, mais tracé sur un plan. On ne nous dit pas ce qu'il avoit de nouveau & de particulier ; mais puisqu'il étoit horizontal, Aristarque découvrit sans doute qu'il n'étoit pas nécessaire que le cadran fût incliné comme l'équateur ; les divisions de ce cercle, projetées sur un plan horizontal, pouvoient également indiquer les heures.

Le *prostahistoroumena* est dû à Scopas de Syracuse. Le nom

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, Liv. IX, §. I. et de l'astronomie moderne, Tome I.

de ce cadran signifie , pour tous les lieux dont il est parlé dans l'histoire. Il y a apparence qu'il étoit construit pour le climat de la Grèce , & qu'on n'en savoit pas d'abord assez pour s'appercevoir de son inexactitude , à moins qu'on ne suppose qu'on en varioit l'inclinaison pour les différentes latitudes. Mais alors il ne différoit pas du *prospanclima* , qui étoit un cadran universel inventé par Parménion. Ici l'esprit inventeur est revenu sur les pas pour perfectionner une première invention abandonnée. On a commencé par faire les cadrans inclinés , & dans un plan perpendiculaire au plan de l'équateur ; on a senti ensuite qu'ils pouvoient être projetés sur un plan horizontal. Tout cela étoit bon tant qu'on resta dans le même lieu , mais quand on voulut transporter le cadran , on s'apperçut qu'il n'indiquoit plus l'heure avec exactitude ; ou plus vraisemblablement , en remarquant que la projection sur un plan horizontal dépendoit de l'angle que l'équateur fait avec l'horizon , on devina que cette projection devoit être différente pour chaque lieu , & que le même cadran n'indiquoit plus l'heure lorsqu'il étoit déplacé. On avoit la ressource de faire une projection exprès pour chaque ville ; mais l'industrie humaine , excitée par les obstacles , voulut faire mieux , & en construire un qui fût universel. Dans cette vue , Parménion remarqua que l'ancien cadran incliné à l'horizon & perpendiculaire à l'équateur , étoit propre à devenir universel ; en le rendant mobile ou susceptible de prendre différentes inclinaisons , & de s'élever ou de s'abaisser , suivant que dans les différents lieux où il seroit transporté , l'équateur seroit moins ou plus élevé sur l'horizon.

§. X I X.

QUAND une fois les cadrans eurent atteint cette perfection ,

on imagina , pour les rendre plus intéressans ou plus utiles , d'y ajouter différentes autres indications. Nous en jugeons par le *pelecinon* , ou cadran fait en hache , dont les auteurs sont Théodose & Andréas Patrocles. M. Perrault conjecture , avec beaucoup de vraisemblance , que ce cadran avoit reçu son nom des lignes transversales , qui , marquant les signes & les mois , sont serrées vers le milieu , & élargies vers les côtés ; ce qui leur donne la forme d'une double hache , assez semblable au fer des anciennes haliebardes. Il conjecture aussi que les cadrans en cône ou en carquois , attribués à Dyonisiodore & à Apollonius , sont les cadrans verticaux , qui regardent l'orient & l'occident , & qui étant longs & situés obliquement , peuvent représenter un cône ou un carquois.

A l'égard du *gonarque* & de l'*angonate* , on voit par leurs noms qu'il est question d'angles , & que ces cadrans étoient sans doute différemment inclinés à l'égard de l'horizon ou du méridien. Baldus croit que l'*aniborée* étoit un cadran équinoxial tourné vers le nord. Mais un cadran équinoxial n'a qu'une de ses moitiés , tournée vers le septentrion ; elle sert pour le printemps & l'été. L'autre qui est pour l'automne & l'hiver , doit regarder le midi. C'est cette première moitié sans doute à laquelle on a donné le nom d'*aniborée*. Vitruve fait aussi mention de cadrans portatifs , qu'il appelle *pensilia* , parce qu'il falloit les suspendre pour s'en servir. Ils devoient en conséquence avoir beaucoup d'analogie avec notre anneau astronomique.

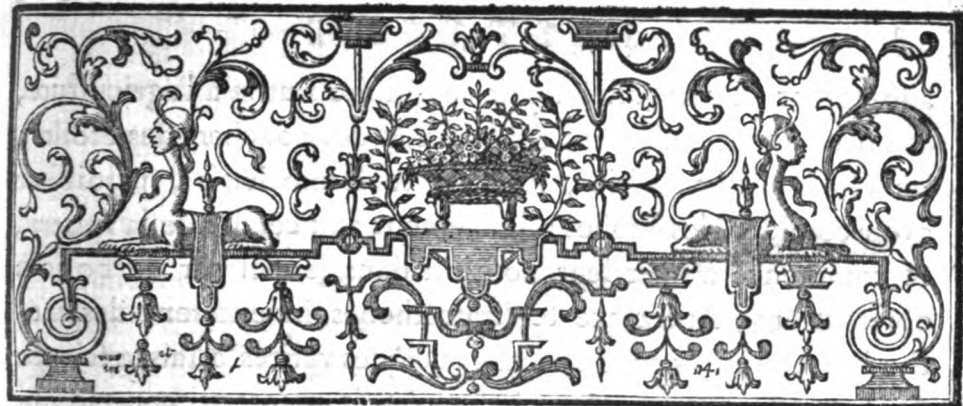
S. X X.

TELS étoient , avec le *gnomon* , les instrumens dont les astronomes d'Alexandrie firent usage jusqu'à Hypparque & Ptolémée , qui en inventerent de nouveaux. On reconnoît facilement ce que dans l'art des clepsidres & des cadrans , ces

K ij

astronomes dûrent à leurs prédécesseurs ; on voit la perfection que l'art reçut de leur génie. Vitruve décrit ces machines, comme étant en usage à Rome. Mais cette ville célèbre domina l'univers, s'enrichit de ses dépouilles, se para des productions des arts, sans en perfectionner aucun. L'Egypte nourrissoit Rome & perfectionnoit les arts pour elle. A Rome, où la prospérité étoit née des orages, les ames n'avoient de ressort & de mouvement que pour l'ambition, la guerre & la tyrannie. En Egypte, sous la force unique & le gouvernement d'un seul, les Grecs déploierent tranquillement leur génie pour occuper, pour embellir le repos de la paix. L'astronomie renaissloit en même tems que la géométrie ; à la lumière de ces deux sciences, l'art des clepsidres & celui des cadrans faisoient des progrès semblables. On ne voit point cet ensemble & cette correspondance chez les anciennes nations de l'Asie. Le sol y dessèche les germes étrangers ; si quelques-uns se montrent, c'est en individus solitaires, qui meurent sans postérité. Chez les peuples inventeurs, tout se vivifie à la fois, les arts & les sciences marchent d'un pas égal ; ce sont des fruits de la même terre, & mûris par le même soleil.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE TROISIEME.

D'Hypparque & de ses successeurs jusqu'à Ptolémée.

§. PREMIER.

Jusqu'ici l'histoire de l'astronomie ne nous offre que des faits isolés, des observations souvent peu exactes, faites la plupart sans vues & sans méthode. Nous n'avons pu présenter encore le tableau d'une science, marchant par des progrès plus ou moins rapides, mais successifs, & où les hommes, en se succédant, reprennent le fil des mêmes travaux. Les Chaldéens avoient observé avec constance les éclipses, les différentes révolutions du soleil, de la lune & peut-être des planetes ; les Grecs d'Europe, qui ne les imiterent jamais qu'imparfaitement,

adoptèrent de cette astronomie ce qui étoit utile à l'agriculture, & s'occupèrent seulement des levers & des couchers des étoiles; les Grecs d'Alexandrie, Aristille & Timocharis, paroissent avoir considéré les étoiles relativement aux cercles de la sphere, & commencé à fixer leur position dans le ciel par de bonnes observations; Aristarque & Eratosthenes inventèrent des méthodes exactes, ils enchaînerent quelques vérités. Mais la science dont ils donnerent quelque idée, n'étoit encore ni connue, ni développée; il falloit un homme dont l'esprit fût assez vaste, assez profond, pour la concevoir sous une idée générale & métaphysique, pour se former un plan, y ranger les vérités déjà découvertes, & montrer, en indiquant les vides, le moyen de lier ces vérités les unes aux autres. Cet homme parut enfin dans l'école d'Alexandrie, & ce fut Hypparque.

§. I I.

AVANT cet astronôme, la science n'avoit point été embrassée dans son entier. Il vit toute l'étendue du champ qu'il avoit à défricher; sans s'effrayer de l'entreprise, il commença l'ouvrage, & traça la route à ses successeurs. Hypparque seroit le fondateur de la véritable astronomie, si cette science n'avoit pas déjà été perdue & retrouvée; comme un fleuve, qui, s'enfonçant dans le sein de la terre, pour se remonter à des distances éloignées, paroît avoir des sources différentes. Mais cette question n'intéresse point la gloire d'Hypparque; il est au moins le restaurateur de l'astronomie; il en est même pour nous le fondateur. Et si, relativement à l'espèce humaine, considérée comme un individu toujours subsistant, les vérités qu'il enseigna n'étoient pas nouvelles: ensevelies dans l'oubli d'un grand nombre de siècles, elles étoient perdues pour l'humanité; il les tira de son génie pour leur donner une nouvelle existence.

§. III.

L'ESPRIT de combinaison & de rapport est le promoteur des découvertes. Il ne manqua point aux Grecs ; Hypparque le reçut en naissant sous un ciel favorable. Mais il faut des faits qui servent de base aux conjectures , & des moyens pour vérifier par de bonnes observations ces conjectures , qui deviennent des découvertes. Les Ptolémées avoient réuni ces ressources dans Alexandrie. Les faits , ce sont les observations chaldéennes , & celles qu'avoient laissées les premiers astronomes Grecs ; les moyens , ce sont les grands instrumens que ces Princes avoient fait construire. Les progrès rapides de l'astronomie dans les trois siècles , où parurent Hypparque & Ptolémée , sont dûs à ces instrumens. On ne rend point assez de justice à ces inventions précieuses ; on n'en estime pas assez les auteurs. Ce sont eux cependant qui font les révolutions dans les sciences , & qui amènent les progrès. Si les sciences ont souvent une marche lente , si elles paroissent quelquefois stationnaires , elles attendent de nouveaux moyens pour accélérer ou pour recommencer leur course. L'homme a atteint le terme de sa puissance , ses organes ne lui apprennent plus rien ; il faut que son industrie invente des instrumens & lui crée de nouveaux organes. Alors un vaste empire se découvre ; l'homme reçoit à la fois & la connoissance de cet empire & la force de le conquérir. Imitons , pour éclairer le monde , ce que tant d'hommes barbares ont fait pour le dévaster. Si vous méditez la guerre , vous préparez les moyens , l'argent & les soldats ; si les sciences sont stationnaires , si vous voulez en reculer les bornes , examinez les instrumens , perfectionnez , inventez , & vous redonnerez des ailes au génie.

§. IV.

HYPPARQUE naquit à Nicée dans la Bythinie, & fleurit entre 160 & 125 ans avant notre ère (a). Il commença ses travaux dans sa patrie, ensuite à Rhodes, puis enfin à Alexandrie; ses premières observations furent des levers & des couchers d'étoiles, suivant l'usage général de la Grece (b). Ce fut sans doute à Rhodes qu'il composa son commentaire sur Aratus; il avoit sous les yeux l'ouvrage de ce poëte, ainsi que les livres d'Eudoxe. Il compara les uns avec les autres, & en rapportant au ciel ces différentes descriptions, il crut y appercevoir des erreurs considérables; en effet le ciel avoit changé sensiblement, par le mouvement des étoiles en longitude qu'Hypparque ne connoissoit pas alors: il pensa qu'il étoit important de remarquer les fautes d'Aratus, à cause de la célébrité de son poëme; il fit voir que le poëte, suivant pas à pas l'astronôme, étoit tombé dans les mêmes erreurs. Ces erreurs étoient d'autant plus sensibles, que la sphere décrite dans cet ouvrage n'existoit plus, comme nous l'avons dit, au tems même d'Eudoxe (c); & doit être rapportée à un siecle fort antérieur au sien. Mais Hypparque ne connut la véritable astronomie, n'aperçut la carrière qui s'ouvroit devant lui, que lorsque transporté à Alexandrie, établi dans un magnifique observatoire, il eut en sa puissance des moyens proportionnés à son génie.

§. V

HYPPARQUE vint, comme Descartes, pour soumettre à l'examen toutes les idées reçues. Il n'admit que les observations, & rejeta toute les déterminations anciennes, comme

(a) Voyez ses observations dans l'Almageste de Ptol. *Lib. III, c. 1, & I, V, c. 3.*

(b) Eclairc. Liv. II, §. 1.

(c) Astron. anc. p. 243 & 510.

produites

produites dans des tems , où les moyens étoient insuffisans & les esprits peu éclairés. Lorsque les connoissances sont un amas d'erreurs & de vérités , indistinctement mêlées , lorsqu'une longue ignorance & beaucoup de siècles leur ont laissé jeter des racines profondes , la séparation en est difficile : l'ancienneté ne prouve rien ; le respect , la croyance de plusieurs âges ne sont que des préjugés ; le doute est d'un sage , & si le sage veut avoir une opinion , le doute le conduit à l'examen. Descartes & Hypparque parurent dans des circonstances semblables. Aristote avoit un trône dans les écoles ; l'Europe admettoit sa philosophie sans pouvoir ni la juger , ni même l'entendre ; Descartes n'écouta point les scolastiques qui n'avoient que la raison d'Aristote , & il pesa les opinions de leur maître dans la balance de la raison universelle. Hypparque rencontra dans Alexandrie les opinions & les déterminations chaldéennes ; sa sagacité ne leur trouva point de titres suffisans. Si la fameuse période de six cens ans & la mesure de la circonférence du globe , si les opinions du retour des comètes , du mouvement de la terre , de la distance infinie des étoiles avoient été appuyées , comme elles le sont aujourd'hui , sur des observations , il auroit jugé les résultats par les preuves ; il les auroit appréciés ce qu'ils valaient ; il n'eût point douté , il n'eût point entrepris de tout fonder & de tout recommencer. Ces grands résultats ne lui furent présentés que comme des opinions très-anciennes , mais vagues , incertaines & dépouillées de preuves. Il vit que les Chaldéens célèbres n'avoient fait que des observations grossières , bien inférieures à celles qu'Aristille , Timocharis , Aristarque , Eratosthenes avoient faites , & sur-tout à celles qu'il se proposoit de faire dans l'observatoire dont il étoit possesseur. La défiance de ce grand astronome prouve qu'il avoit des peuples de Babylone la même opinion que nous avons

proposée dans cet ouvrage. Il les a regardés comme des écoliers ignorans qui n'entendent pas leur leçon : & il les traita comme Descartes traita depuis les scolastiques.

§. V L

HYPPARQUE, ne comptant que sur lui-même & sur ses travaux futurs, examina les méthodes qui étoient en usage dans l'astronomie. Il vit que les observations du lever & du coucher des étoiles ne donnoient qu'une connoissance imparfaite & peu précise du mouvement du soleil dans l'écliptique ; il les abandonna à ceux qui s'occupoient de l'astrologie naturelle. On n'avoit point tiré des éclipses le parti qu'on en pouvoit tirer, faute d'en avoir examiné les circonstances. Le lieu des étoiles déterminé dans les constellations qui partagent le ciel, ne l'étoit pas avec assez de précision ; & les descriptions d'Eudoxe paroissoient s'écarter beaucoup de la vérité. Les observations de l'apparition des planetes, c'est-à-dire, du tems où elles se dégagent le matin des rayons du soleil, analogues à celles du lever des étoiles, étoient également assujetties à l'incertitude d'un ou de plusieurs jours. Les stations & les rétrogradations n'étoient pas moins difficiles à saisir. Il sentit qu'il falloit chercher d'autres méthodes, capables de donner des déterminations précises & sûres qui pussent servir d'époques aux siècles à venir. Il jeta les yeux sur la sphere céleste, il y vit les deux pôles, qu'il regardoit alors comme immobiles, les cercles de l'équateur & de l'écliptique, qui sont chacun comme une suite de points fixes ; il forma le projet de rapporter la position de tous les astres à ces cercles immobiles & à leurs pôles. Par là, en observant une fois la position des étoiles fixes, il pouvoit s'assurer de tout ce qu'il y a de constant & de permanent dans le ciel, & en répétant les

observations des astres errans, ou des planetes, on pouvoit à la longue connoître les loix & les phénomènes de leur mouvement. On trouve bien quelques exemples d'observations de ce genre dans l'antiquité. Eudoxe, dans la description du ciel, avoit considéré les étoiles relativement aux colures & à l'équateur ; mais ce point de vue général, cette méthode choisie à dessein & suivie constamment, appartient à Hypparque. Il n'abandonna point d'abord l'usage ancien de rapporter les étoiles à l'équateur ; mais à l'égard des planetes, qui en marchant dans la bande étroite du zodiaque, suivent de près l'écliptique, il pensa qu'on devoit les rapporter à ce cercle.

§. VII.

IL commença par vérifier l'obliquité de l'écliptique observée par Eratosthenes. Il trouva cette détermination bonne, il la conserva. Depuis elle fut confirmée par Ptolémée (a). Ainsi ce résultat est fondé sur trois observations, & garanti par trois astronomes célèbres. Il fixa la latitude d'Alexandrie à $30^{\circ} 58'$ de l'équateur (b). Ce fut sans doute au moyen du gnomon ; & cette observation peut passer pour exacte, en y faisant les corrections nécessaires (c). Mais la première recherche intéressante dont il dût s'occuper, est celle de la longueur de l'année. C'est la mesure fondamentale du tems & la base de la chronologie. Hypparque pensa que la méthode la plus directe pour découvrir la révolution du soleil, étoit d'observer l'intervalle de ses retours aux mêmes solstices & aux mêmes équinoxes ; points qui sont dans la route même du soleil, & qui en sont les divisions. Il y a apparence que ce furent les solstices

(a) *Ptolemei Almag. Libro primo ; cap. 11.*

(b) *Ibid. Lib. V, c. 12 & 13.*

(c) *Eclairc. Liv. I, §. 16.*

observés par Euctémon , Aristarque & Archimede , qui lui suggérèrent l'idée de cette méthode. Il conçut tout de suite qu'en employant dans cette recherche deux observations éloignées d'un grand nombre de révolutions, l'erreur seroit partagée sur chacune de ces révolutions , & la détermination d'autant plus exacte , que le nombre en seroit plus grand. Il est donc l'inventeur de l'excellente méthode que l'on suit encore aujourd'hui , & que les modernes ont appliquée à la recherche de toutes les révolutions moyennes.

Hypparque compara les solstices qu'il observoit lui-même à ceux qui avoient été observés avant lui. Mais il est remarquable que celui qui fut observé par Euctémon , est le plus ancien de ceux qu'on employa dans cette recherche. Hypparque & Ptolémée auroient eu recours aux observations de Babylone , si les Chaldéens , beaucoup plus anciens , en avoient fait de ce genre. Il est clair qu'Hypparque n'en trouva pas. Les Indiens connoissoient cependant très-bien la révolution du soleil. Les Chaldéens conservoient une année sidérale. Ces années établies chez les différens peuples de l'Asie , avoient une exactitude qui n'a pu être fondée que sur des observations bien faites. On ne peut contester qu'au tems d'Hypparque ces observations avoient disparu ; & de ce qu'on n'en regrette pas la perte , il s'ensuit qu'elles étoient oubliées. Mais si l'oubli couvre de son voile les choses anciennement passées , son regne ne s'établit qu'avec lenteur ; il couvre , comme le tems détruit , insensiblement. Qu'on juge combien de siècles il a fallu pour ces deux grands passages de l'existence à la destruction , & de la destruction à l'oubli. Les résultats sont restés , mais sans aucune mémoire ni des tems , ni des observations , ni des hommes. Il est donc de toute évidence qu'il y a eu une lacune assez longue , pour que les tems ayent absorbé les détails &

les preuves ; & comme l'ombre n'est que l'absence de la lumière comme l'ombre n'est sensible que par la lumière qui la précède & qui la suit, cette lacune, suivie d'un renouvellement de l'astronomie, a dû être précédée d'une astronomie détruite. Nous rencontrons ainsi en détail & successivement toutes les probabilités qui nous ont conduits à l'opinion d'un peuple ancien, aujourd'hui inconnu, mais jadis possesseur d'une science perfectionnée.

§. V I I I.

HYPPARQUE choisit l'observation qu'Aristarque avoit faite du solstice la 50^e année de la première période de Calippe, & en la comparant à celle qu'il avoit faite lui-même la 43^e année de la troisième de ces périodes, après un intervalle de 145 ans, il trouva que le solstice étoit arrivé un demi-jour plutôt qu'il n'eût dû le faire (a), si l'année avoit été de 365 jours un quart, comme les Grecs le croyoient avant lui. Il en conclut que la véritable durée de l'année étoit plus courte d'environ la 300^e partie d'un jour. Cette durée étoit, selon lui, de 365^j 5^h 55' 12". L'année sidérale des Chaldéens & des Indiens, celle que nous avons déduite de la période de 600 ans, sont beaucoup plus exactes que celle-ci. Hypparque substitua donc à ces anciennes déterminations des déterminations moins exactes ; ces anciennes lui étoient présentées sans preuves & sans aucun moyen de constater leur exactitude. Hypparque répondoit des siennes, il ne vouloit établir que ce qu'il pouvoit apprécier. Le premier devoir d'un astronôme est d'évaluer la précision de ses résultats, & d'assigner le degré de confiance qu'on peut leur accorder.

(a) *Almag. Lib. III, cap. 2.*

§. IX.

Nous ne pensons pas cependant qu'Hypparque fût bien sûr de cette longueur de l'année ; s'il l'adopta , c'est que par une erreur il crut y trouver quelque conformité avec l'année fidérale des Chaldéens (a). Il dût se défier du résultat , puisque les observations mêmes ne le satisfaisoient pas. C'est lui qui remarqua que l'observation des solstices n'étoit pas susceptible d'exactitude. Le soleil au solstice reste plusieurs jours assez sensiblement à la même hauteur ; on étoit donc plusieurs jours sans élever l'écliptique des armilles , & le moment du solstice avoit toute cette incertitude : c'est qu'alors le mouvement du soleil dans l'écliptique est presque parallèle à l'équateur. Hypparque préféra d'employer l'observation des équinoxes , où le soleil se meut obliquement à l'équateur , & le traverse assez rapidement pour que sa hauteur change sensiblement d'un jour à l'autre. On pouvoit fixer avec plus de précision le moment où cet astre se trouvoit dans le cercle des armilles qui représentent l'équateur. Hypparque travailloit pour la postérité ; car il ne pouvoit espérer de tirer des résultats de cette nouvelle espece d'observations : il falloit qu'il s'écoulât plusieurs siècles pour déduire la longueur de l'année d'observations suffisamment éloignées.

§. X.

EN observant assidûment les solstices & les équinoxes , Hypparque s'apperçut aisément que ces points ne divisoient pas l'année en quatre parties égales. L'intervalle entre l'équinoxe du printems & celui de l'automne se trouva de 186 jours , plus long d'environ sept jours que l'intervalle entre l'équinoxe

(a) Eclaircif. Liv. II , §. 3.

d'automne & celui du printemps. C'est-à-dire, que le soleil reste environ sept jours de plus dans la partie de l'écliptique, qui est du côté du pôle boréal. Le mouvement du soleil n'étoit donc pas toujours égal. Mais comme les anciens tenoient au principe de l'uniformité dans un orbe circulaire, Hypparque imagina d'abord sans doute de représenter cette inégalité du soleil, comme Apollonius avoit représenté les stations & les rétrogradations des planetes, par un cercle épicycle. En effet on conçoit que si le centre de cet épicycle se meut uniformément dans un autre cercle autour de la terre, tandis que le soleil parcourt uniformément la circonférence de l'épicycle, cet astre paroîtra tantôt plus, tantôt moins avancé que le centre de l'épicycle (*a*). Ce plus ou ce moins, ajouté à l'uniformité, devoit rendre inégal le mouvement apparent de l'astre vu de la terre.

§. XI.

HYPPARQUE eut un génie assez fécond pour imaginer une seconde hypothèse, qui satisfaisoit également bien aux phénomènes de l'inégalité du soleil. Peut-être pouvons-nous supposer aussi qu'il eut l'esprit assez juste pour s'apercevoir qu'elle étoit plus naturelle & plus physique ; c'est celle d'un cercle excentrique. Le principe de l'uniformité y est conservé dans toute son intégrité. L'inégalité apparente naît de ce que la terre n'est pas placée au centre. En conséquence ses distances au soleil varient. Lorsqu'il est plus loin, il paroît se mouvoir plus lentement ; lorsqu'il est plus près, son mouvement semble plus rapide (*b*). La distance de la terre au centre du cercle décrit par le soleil, s'appelle *l'excentricité*.

(*a*) Eclairc. Liv. II, §. 6.

(*b*) *Ibid.*

L'invention de cette excentricité est heureuse & digne de nos éloges. Elle doit faire d'autant plus d'honneur à Hypparque, qu'elle est devenue la base de nos théories modernes, & qu'il est démontré aujourd'hui qu'elle a lieu dans la nature.

§. XII.

CETTE inégalité du mouvement du soleil est tantôt plus grande, tantôt plus petite, tantôt additive, tantôt soustractive. Il fut facile à la géométrie & au calcul d'en déterminer la quantité relative aux différens points de la route du soleil. Alors Hypparque se trouvoit en état de dresser des tables du mouvement de cet astre. Ces tables sont composées de deux parties. La première renferme un mouvement égal, uniforme & proportionnel au tems. Le soleil parcourt les 360 degrés de l'écliptique en 365 jours & un quart. C'est un peu moins d'un degré par jour. On peut donc, en répétant cette quantité suivant le nombre des jours, connoître les espaces parcourus uniformément par le soleil pendant un ou plusieurs mois, pendant plusieurs années, enfin dans un intervalle de tems déterminé. Ces espaces ajoutés à une position du soleil connue par observation dans un tems, dans un instant passé qu'on appelle *l'époque*, donnent le lieu moyen, ou la longitude moyenne du soleil. La seconde partie des tables montre les inégalités qui finissent & se renouvellent avec l'année. Elles sont rangées dans cette table suivant l'ordre des points de l'orbite, auquel elles appartiennent. Il n'est question que d'ajouter ces quantités au moyen mouvement trouvé dans la première table, pour avoir la vraie position du soleil dans l'écliptique. On doit faire d'autant plus d'attention à l'explication que nous venons de faire, que cette forme est générale. Les tables de toutes les planetes, les tables modernes dont
nous

nous faisons usage aujourd'hui, sont faites sur ce modèle. Les tables du soleil ont été les premières établies, parce que le soleil est l'astre auquel on rapporte tous les autres. Son mouvement est la mesure de tous les mouvemens. Il est aisé d'en faire sentir la raison. Les espaces parcourus, nous l'avons dit, ne sont connus que par le tems : le soleil est la règle du tems ; il faut donc avant tout connoître son mouvement, pour qu'il serve de mesure & de module à tous les autres.

§. XIII.

HYPPARQUE sentit que les erreurs inévitables dans la détermination de la durée de l'année étoient une imperfection, qui devoit croître avec les révolutions & avec les siècles. Aussi sembleroit-il limiter à 600 ans l'exactitude de ses tables (a). Mais n'est-ce pas une entreprise digne d'admiration ? n'est-ce pas déjà un succès singulier, que celui de ces longues prédictions ? Le premier qui dit au peuple, l'astre que vous voyez dans tel point du ciel, fera demain dans tel autre, dût être regardé comme un insensé ; il fut plus qu'un sage, lorsque l'astre se rangea à la place marquée par l'astronôme. C'est alors que l'homme paroît éclairé d'un rayon de l'intelligence suprême ! Dieu a devant lui les phénomènes de tous les tems ; il voit les astres où ils ont été, où ils sont, où ils seront. De même, mais avec l'imperfection qui tient à la nature humaine, l'ordre des choses se restitue à la volonté de l'astronôme ; quand il le veut, il dévance la course du tems pour faire paroître l'ordre des choses futures. Les écarts de l'astrologie judiciaire sont nés de ces succès étonnans de l'astronomie ; il a paru simple de prédire les événemens de la terre comme ceux du ciel. Le

(a) Eclaircif. Liv. II, §. 2.

charlatanisme, qui est une espèce d'hipocrisie, est toujours plus empressé à se montrer que le savoir & la vertu. Dans tous les tems les fripons ont profité du mérite des sages. Tandis que ceux-ci se perfectionnent pour éclairer, ceux-là les contrefont pour tromper les hommes.

§. X I V.

L'INÉGALITÉ du soleil conduisit Hypparque à une découverte importante; c'est celle de l'inégalité des jours (a); l'une en effet résulte de l'autre. Un jour artificiel, de vingt-quatre heures, est l'intervalle de tems écoulé entre un midi, ou le passage du soleil au méridien, & le midi suivant. Mais dans cet intervalle le soleil s'est avancé, par son mouvement propre, d'un degré vers l'orient; de sorte que pendant la durée d'un jour, les 360 degrés de l'écliptique passent au méridien, plus ce degré dont le soleil s'est avancé. Il n'y auroit point d'inégalité à cet égard, si le mouvement du soleil étoit toujours le même; mais il varie depuis 57' jusqu'à 61', & ces quatre minutes de différence rendent les jours inégaux. Ce n'est pas tout: le tems du jour se compte par la révolution diurne autour des pôles de l'équateur; le mouvement du soleil a lieu dans l'écliptique, & il résulte de l'obliquité de ces deux cercles, qu'à des parties égales sur l'écliptique répondent des parties inégales sur l'équateur. Quand le soleil s'avanceroit tous les jours uniformément d'un degré, ce degré répondroit sur l'équateur à des parties tantôt plus grandes, tantôt plus petites, d'où naît une nouvelle différence dans la longueur des jours. Ces inégalités, en s'accumulant, forment ce que nous appelons aujourd'hui *l'équation du tems*, c'est-à-dire, la différence du tems

(a) Eclaircissement, Liv. II, §. 7.

vrai au tems moyen , du tems marqué par le soleil au tems marqué par une horloge bien réglée, & qui marche d'un mouvement toujours égal & uniforme.

§. X V.

HYPPARQUE s'étoit fort trompé sur la quantité de cette inégalité des jours qu'il faisoit environ trois fois plus grande qu'elle n'est. Cependant malgré cette augmentation , on en fit peu d'usage dans ces commencemens de l'astronomie , parce qu'elle étoit encore plus petite que l'erreur de la plupart des observations ; mais on doit louer Hypparque d'avoir connu dès-lors un des élémens , qui fondent la précision moderne. Cette différence des jours seroit bien plus considérable si on comptoit le jour d'un lever ou d'un coucher du soleil à l'autre , comme faisoient quelques anciens peuples. Il y a plus ; elle ne seroit pas la même dans les différens climats. C'est ce qui décida sans doute Hypparque à compter le jour d'un midi à l'autre. Il y trouva deux avantages , celui d'avoir une différence plus petite , moins sensible dans les observations , & celui d'avoir une différence qui est la même dans tous les pays de la terre. Voilà l'origine de notre jour astronomique. Tandis que par l'usage civil , on redouble les heures dans la durée du jour pour conserver les vestiges de l'ancienne division en douze parties ; les astronomes comptent vingt-quatre heures de suite , la première commençant à midi , & la dernière finissant au midi suivant. Jadis les peuples de l'Ombrie prenoient ainsi , pour la durée du jour , l'intervalle d'un midi à l'autre. Ils n'étoient pas astronomes , & n'ont pu se déterminer par les mêmes raisons qu'Hypparque. Il seroit intéressant de savoir ce qui a pu fonder chez eux cet usage. La nature enseigne que le jour commence au matin , & pour compléter la révolution , on y

M ij

ajoute ou la nuit suivante, ou la nuit qui a précédé. Le milieu du jour n'est connu que par observation, ce n'est point un signe sensible, comme l'aurore, ou le crépuscule du soir; ce choix semble annoncer un peuple savant & policé. Nous serions tentés de croire, sans oser l'affirmer, que cette institution est la tradition d'un ancien usage astronomique. Mais comment se trouve-t-elle isolée chez des peuples grossiers? On en pourroit donner des raisons probables. Les émigrations ont dispersé toutes les connoissances; des traditions se sont affoiblies, perdues, tandis que d'autres se sont conservées. Il est aussi extraordinaire de voir dans les Indes une connoissance de la révolution des fixes, qui suppose une période dont l'usage est borné à la Tartarie (a); de trouver à la Chine une division du zodiaque, dont la tradition & la méthode n'ont été conservées qu'à Babylone; de rencontrer en Egypte & dans la Syrie des fables astronomiques & physiques qui appartiennent au nord de la terre (b), que de rencontrer dans l'Ombrie, avant que les sciences fussent renouvelées à Alexandrie, une institution, qui suppose des travaux & des connoissances astronomiques. Nous avons indiqué une origine naturelle & féconde; elle peut suffire à tout. Un grand fleuve s'est débordé, en descendant des montagnes, & les débris de leurs productions sont épars dans les campagnes jadis inondées.

§. XVI.

HYPPARQUE passa bientôt à la recherche des mouvemens de la lune; il trouva chez les Chaldéens des périodes déjà établies, qui renfermoient les révolutions de cette planète tant à l'égard des étoiles qu'à l'égard de son nœud & de son

(a) Hist. de l'astr. anc. p. 76.

(b) Ibid. p. 97 & suiv.

apogée. Observons cependant que les Chaldéens ne paroissent pas avoir connu ni le mouvement des nœuds , ni celui de cet apogée. Ils ne considérèrent tous ces changemens que comme des inégalités , dont ils observerent les révolutions sans s'embarasser d'en chercher les causes. Une chose remarquable , c'est qu'Hypparque , non plus que les Chaldéens , ne se sont point occupés de la conciliation des mouvemens du soleil & de la lune. Les périodes de 600 & de 3600 ans qui avoient cet objet , étoient méconnues & oubliées à Babylone. C'est une preuve que l'astronomie avoit changé de système & de vues ; c'est une preuve que la science qui avoit fondé ces périodes si exactes n'existoit plus. Si Hypparque eût voulu concilier les révolutions du soleil & de la lune , il se fût apperçu que son année étoit trop longue. Il y a lieu de croire que les Egyptiens conservoient encore de son tems la même dévotion à leur année mobile & sacrée. Ils continuoient de régler les travaux de la campagne par l'apparition des étoiles , comme on le voit dans les deux calendriers publiés par Ptolémée (a). On pense que les prêtres d'Egypte s'obstinèrent à conserver l'usage de cette année vague , qui les rendoit nécessaires pour régler le calendrier. Leur astronomie se bornoit là , & dans leur jalousie contre les philosophes d'Alexandrie , ils ne leur permirent pas d'étendre l'astronomie nouvelle jusqu'aux choses sacrées qui leur étoient confiées. Ainsi tandis que les astronomes comptoient par les années de la période de Calippe , c'est-à-dire , par des révolutions de 365 jours un quart , le peuple d'Alexandrie garda l'année vague , jusqu'à la sixième année du regne d'Auguste , où la réforme de Jules César y fut adoptée (b).

(a) Petau , in *Uranologion*.

(b) *Ibid.* Dissert. p. 122.

§. XVII.

HYPPARQUE, en observant la lune par le moyen des armilles, s'aperçut que tantôt elle s'élevoit de 5° au-dessus de l'écliptique, & tantôt s'abaissoit du même nombre de degrés au-dessous; il en conclut que la route dans laquelle elle se meut est inclinée de cinq degrés à ce cercle. C'est ce qu'on appelle la plus grande latitude de la lune (a). Cette route coupe l'écliptique dans des points qu'on appelle les *nœuds*. Hypparque vérifia ce qu'Eudoxe avoit avancé, savoir, que les nœuds sont mobiles & répondent successivement à différens points de l'écliptique (b). Il en résulte que les plus grandes latitudes arrivent aussi dans différens points; c'est ce que les anciens nommoient *révolution de la latitude*, & ce que nous nommons aujourd'hui *révolution des nœuds*.

§. XVIII.

CEPENDANT Hypparque suivoit les mouvemens de la lune. Il en observoit les distances au soleil dans différentes circonstances (c). Il observoit sans doute également les distances aux étoiles; il fut frappé d'une inégalité singulière de cette planète. Ces distances varioient dans le cours de la journée ou de la nuit; elles n'étoient point au zenith telles qu'elles avoient été à l'horizon, même en tenant compte du mouvement de la lune dans l'intervalle; ces phénomènes reparoissoient tous les jours. Hypparque savoit encore que la même éclipse du soleil n'étoit pas vue de la même grandeur dans différens climats; une éclipse visible dans un pays ne l'étoit pas dans un autre.

(a) Almagest., libro quinto. capite octavo.

(b) Hist de l'Astron. anc. p. 243.

(c) Almag. Lib. V, cap. 1 & 2.

Les difficultés exciterent son génie ; il raisonna sans doute ainsi sur ces apparences. Puisque les variations des distances de la lune , plus sensibles à l'horizon , s'étendent depuis ce cercle jusqu'au zenith , elles dépendent donc de la hauteur de la lune sur l'horizon. Un astre ne peut être vu au même instant , à la même hauteur en différens pays ; mais lorsque la lune éclipse le soleil , lorsqu'elle s'interpose entre le soleil & la terre , puisque les deux astres répondent au même point du ciel , ils doivent dans chaque lieu paroître l'un & l'autre à la même hauteur. Si cet effet n'a pas lieu , c'est que la hauteur de l'un des deux astres est altérée par une cause quelconque. Cette cause est l'étendue du globe de la terre. Un astre répond à différens points du ciel , lorsqu'il est vu par des observateurs placés en différens points du globe , cet effet est facile à saisir. Si deux personnes regardent un arbre qui s'élève au milieu d'une plaine , les rayons visuels dirigés à cet arbre se croisent , & étant prolongés jusqu'à l'horizon , font que ces deux personnes y rapportent l'arbre à différens points. L'angle formé par les rayons visuels des deux observateurs , la distance des points du ciel , où ils rapportent le même astre , est ce qu'on appelle *la parallaxe* (a). Hypparque conçut que puisque cette apparence étoit due à la grandeur de la terre , il falloit regarder cette grandeur comme nulle , ne considérer que le point qui est le centre du globe , & réduire toutes les apparences à celles qui auroient lieu

(a) Soit la lune en L , (fig. 7) que du centre de la terre on rapporte dans le ciel en b , la figure démontre que deux observateurs , placés l'un en A , l'autre en D , la verroient en a & en d. La lune n'est pas plus en b qu'en a ou en d , elle est réellement dans le point L de son orbite ; & nous qui la voyons de la surface de la terre , nous la rapportons au ciel étoilé qui est au-delà. L'effet de la parallaxe est d'abaisser l'astre

vers l'horizon ; & dans un même lieu tout égal d'ailleurs , elle est la plus grande , lorsque l'astre est à l'horizon ; elle diminue lorsqu'il s'élève , pour devenir nulle au zenith ; ce qui est évident par la figure où l'on voit que l'angle BHC de la parallaxe est le plus grand à l'horizon , plus petit à la hauteur LH , & nul au zenith Z. On nomme l'angle BHC la *parallaxe horizontale*.

pour un observateur que l'on y supposeroit placé. Cette réduction fonde le calcul des parallaxes. Grande & belle découverte, qui fut un pas vers la perfection de l'astronomie ; elle suffiroit pour immortaliser Hypparque ! Sans cette découverte, Hypparque n'eût rien fait pour la théorie de la lune, puisque son mouvement déjà très-inégal par lui-même, le devient encore davantage par les effets de la parallaxe, différente non seulement dans les différens lieux & au même instant, mais encore dans le même lieu, suivant la hauteur de la lune sur l'horizon.

§. X I X.

IL ne paroît pas qu'Hypparque, en connoissant la cause des parallaxes, ait su en déterminer la quantité. Il fut seulement en éviter l'effet ; il enseigna que les éclipses de lune sont les seules observations, qui puissent donner directement son vrai lieu dans le ciel (a). L'ombre, en forme de cône, que jette le corps opaque de la terre, est toujours opposée au soleil. Le centre de ce cône, le centre de la terre & celui du soleil sont donc toujours dans une même ligne droite. Quand la lune passe au centre de l'ombre, elle est donc parfaitement opposée au soleil ; elle est distante de la moitié du ciel, de la demi-circonférence du cercle. Ainsi en calculant, pour l'instant du milieu de l'éclipse, le lieu du soleil par les tables, en y ajoutant 180° , on a le vrai lieu observé de la lune.

Hypparque, au moyen de la révolution de la lune, savoit qu'elle parcourt un peu plus de treize degrés par jour dans son orbite : il fut donc en état de dresser des tables de son mouvement, comme il avoit fait pour le soleil. Mais en comparant les positions de la lune deduites de ces tables, à celles qui

(a) *Almag. Lib. VI, cap. 1.*

étoient

étoient observées & déterminées par les éclipses, il reconnut l'inégalité dont les Chaldéens avoient fixé la période : il vit qu'elle alloit jusqu'à 5° , & qu'étant analogue à celle qu'il avoit découverte dans le soleil, elle pouvoit être représentée par les mêmes moyens ; c'est-à-dire, par un épicycle, ou par un cercle excentrique (a). Hypparque commença à appercevoir une grande vérité, c'est que les astres étoient mus par des causes & par des loix semblables. Le mouvement de la lune étoit analogue à celui du soleil. On ne pouvoit prononcer entre les épicycles & les excentriques ; mais il étoit évident que celle des deux hypothèses, qui approchoit le plus de la vérité, expliquoit également les mouvemens du soleil & de la lune.

§. X X.

LA découverte de la parallaxe valut à Hypparque une seconde découverte, une méthode également importante ; c'est celle de mesurer la distance des planetes à la terre : s'il se trompa sur les résultats, la méthode excellente ne lui fait pas moins d'honneur. Il vit que si la parallaxe est formée par les rayons visuels de deux observateurs, qui regardent le même astre au même instant, l'angle de cette parallaxe sera d'autant plus petit, que l'astre sera plus éloigné. Un astre une fois plus près de la terre qu'un autre, aura une parallaxe double. Voilà donc un moyen de connoître les rapports des distances des astres à la terre. Il vit encore qu'on pouvoit rapprocher ces rapports & ces mesures de mesures plus connues, telles que celle de la terre. L'angle de la parallaxe d'un astre étant observé, une géométrie fort simple, la trigonométrie, enseigne à trouver le rapport du demi-diametre de notre globe à la

(a) Eclairc. Liv. VI, §. 5.

distance de cet astre (*a*). On pouvoit donc connoître cette distance en stades semblables à ceux qu'avoit employés Eratosthenes, c'est-à-dire, par des mesures qui sont sous la main de l'homme, & qu'il apprécie par le plus intime & le plus exact de ses sens. Voilà la méthode générale que nous devons à Hypparque; elle ne fut appliquée par lui qu'à la lune. La parallaxe de cette planète étant la plus grande de toutes, fut la première sensible; les autres n'étoient pas mesurables par les instrumens de ce tems. L'entreprise de mesurer la distance de ces astres, qui roulent au loin sur nos têtes, est peut-être la plus extraordinaire que l'esprit humain ait jamais tenté! C'est celle qui étonne le plus ceux qui ne sont pas initiés dans les mystères de l'astronomie; leur surprise augmenteroit encore s'ils connoissoient bien la petitesse de notre globe comparé à ces distances. Les savans ont de quoi admirer, quand ils pensent que l'homme si petit sur ce petit globe, a su en s'aidant de nouveaux organes, appliquer les siens à des objets que la nature a placés si loin de lui. Cependant la méthode une fois inventée & connue, rien ne paroît plus simple.

§. X X I.

HYPPARQUE, incertain sur la quantité des parallaxes de la lune, le fut également sur ses distances: il appercevoit bien que cette distance de la lune à la terre étoit variable; il

(*a*) En effet le rayon visuel, qui va de l'observateur placé sur la surface de la terre, à l'astre observé, le rayon de notre globe, & la ligne menée du centre de la terre à l'astre, sont trois lignes droites qui forment un triangle. L'angle au centre de la terre est droit, l'angle à l'astre est la parallaxe donnée par observation; si l'on suppose connu le rayon de notre globe,

on pourra évaluer par le calcul la ligne menée du centre de la terre à l'astre, & qui fait sa distance; on saura combien le rayon de notre globe est contenu de fois dans cette distance: ce rayon du globe de la terre est la mesure commune à toutes ces distances des astres; & il étoit déterminé d'avance par l'opération d'Eratosthenes.

en résulteroit même une variation dans son diamètre, qui paroît d'autant plus grand que la lune est plus près. Il inventa & fit construire un instrument pour le mesurer. Cet instrument étoit un angle formé par deux règles de bois, longues de quatre coudées, ou d'environ sept pieds, mobiles sur un centre; une pinnule étoit placée à ce centre, & deux autres aux extrémités des règles (a). L'idée de cet instrument est due à celui dont Archimede a fait usage. Les deux règles sont les rayons visuels, & l'intervalle des deux pinnules antérieures tient lieu du cylindre de bois. Cet instrument étoit perfectionné par l'invention des pinnules, qui paroît appartenir à Hypparque. Hypparque observa le diamètre du soleil de 30', comme avoit fait Aristarque, celui de la lune de 30', lorsqu'elle est le plus loin de la terre; de 35' lorsqu'elle en est le plus près: enfin de $33\frac{1}{4}$, lorsqu'elle est dans une distance moyenne entre la plus grande & la plus petite (b).

Quant à ces distances, tantôt il faisoit la plus grande de 83 demi-diamètres de la terre, & la plus petite de 71; tantôt la plus grande de $72\frac{1}{2}$, & la plus petite de 62. Il hésitoit, parce que les observations, n'étant pas assez précises, lui donnoient des résultats différens; il avoit la même incertitude sur la distance du soleil à la terre, qu'il faisoit de 1379 ou de 1472 demi-diamètres de notre globe (c). On ne doit pas s'en étonner. La parallaxe du soleil est infiniment petite, très-difficile à déterminer, sur-tout alors, où l'erreur des observations surpassoit considérablement la quantité de cette parallaxe. Hypparque doutoit même si le soleil en avoit une; & cependant, ce qui est une conséquence extraordinaire &

(a) *Almag. Lib. V, c. 14.*

(b) *Almag. Lib. IV, c. 9.*

Theon & Riccioli, *Almag. T. 1, p. 222.*

(c) Theon, *Comment sur l'Almag.*

Riccioli, *Almag. T. 1, p. 110 & 222.*

Infra, §. XXXIV.

même incroyable, on dit qu'il chercha la parallaxe de la lune par celle du soleil. En effet comme Aristarque avoit assigné le rapport des distances de ces deux astres, dès qu'une des parallaxes auroient été connue, il pouvoit en conclure l'autre. Mais malgré le témoignage de Ptolémée (a), nous doutons qu'Hyparque, restaurateur de l'astronomie, ait été capable de cette inconséquence.

Ces distances du soleil sont quatorze ou quinze fois plus petites que celles d'Eratosthenes, & s'éloignent d'autant plus de la vérité. C'est une preuve qu'Eratosthenes n'avoit donné cette distance au soleil que d'après quelque tradition ancienne. Les restes de l'astronomie primitive ressembloient plus alors à des erreurs populaires qu'à des résultats fondés sur des observations. Hyparque ne crut pas devoir adopter ces résultats, & ne s'en rapporta qu'à ce qu'il avoit déterminé, ou du moins examiné lui-même.

§. XXII.

CEPENDANT cet astronôme, tout habile qu'il étoit, s'arrêta à la théorie du soleil & de la lune; il n'osa point aller au-delà & toucher à celle des cinq planetes: elle lui parut trop difficile, d'abord parce qu'il n'y avoit pas long-tems qu'on avoit commencé à les observer (b); ensuite parce que leur

(a) *Almag. Lib. V, cap. 12.*

(b) *Almag. Lib. IX, cap. 10.* Quand Ptolémée dit qu'il n'y avoit pas long-tems qu'on avoit commencé à observer les planetes, cela doit s'entendre seulement de leur lieu rapporté à l'écliptique; car Ptolémée dit expressément que les anciens, & ces anciens sont les anciens Orientaux & les Chaldéens, observoient les stations & les apparitions des planetes: mais ces observations peut-être décrites avec peu de soin, dans leurs registres, sont d'ailleurs

difficiles à faire & incertaines par elles-mêmes. La véritable durée des stations est presque impossible à fixer exactement, à cause de la lenteur du mouvement qui les précède & qui les suit. L'apparition des planetes le matin, lorsqu'elles s'échappent des rayons du soleil, est assujettie à l'incertitude d'un ou de plusieurs jours, soit par les mauvais tems, soit même par les vapeurs de l'horizon, soit enfin par une vue moins bonne, ou par le défaut d'attention & d'assiduité.

mouvement étant bien plus lent que celui de la lune, il ne s'écoule qu'un petit nombre de révolutions en beaucoup d'années, l'erreur de l'observation est moins partagée, & la durée de la révolution d'autant moins exactement connue.

Une autre difficulté se présentait encore dans l'examen du mouvement des planètes; c'étoient les deux inégalités que les anciens croyoient y appercevoir. L'une est celle qui produit leurs stations & leurs rétrogradations; elle n'est qu'apparente: l'autre affectoit leur mouvement dans le zodiaque, qui paroissoit tantôt plus lent, tantôt plus rapide; cette inégalité est propre à la planète. C'est en conséquence de ces deux inégalités, que les anciens établirent deux révolutions de chaque planète, l'une à l'égard du soleil, l'autre à l'égard du zodiaque. Hypparque, que Ptolémée appelle *l'ami de la vérité*, se voyant dénué d'observations qui fussent en même tems & anciennes & exactes, désespéra de pouvoir ramener ces apparences singulières au mouvement circulaire & uniforme, comme il avoit fait pour le soleil & pour la lune. Il s'est contenté de rassembler les anciennes observations, d'en faire lui-même de meilleures pour instruire la postérité, & de montrer que les phénomènes ne cadroient point avec *les suppositions des mathématiciens de son tems*, (nous ignorons quelles étoient ces suppositions). Il a pensé qu'il n'y en avoit point qui pussent représenter la double inégalité. Il paroissoit assez simple qu'Hypparque, ayant satisfait à l'inégalité du soleil par un épicycle ou par un excentrique, imaginât de représenter les deux inégalités, en unissant un épicycle avec un excentrique. Le passage sembloit facile; mais cette conciliation étoit réservée à Ptolémée. Rien n'est plus commun dans l'histoire des sciences, que de voir des pensées simples, qui ne sont même que des conséquences, échapper aux plus grands hommes. S'il n'y avoit point de

bornes à la vue de l'esprit, l'homme de génie, qui conçoit l'idée d'une science, en appercevroit d'abord toute l'étendue. Les forces limitées ont partagé les efforts & les travaux dans toute la durée du tems.

9. XXXII.

CE qui a justement immortalisé Hypparque, c'est l'entreprise magnifique de compter les étoiles, & d'en laisser les positions observées & le dénombrement à la postérité. Une nouvelle étoile apperçue dans le ciel, en fut l'occasion. Hypparque sentit tout ce que ce phénomène avoit d'extraordinaire. Les étoiles sont ce qu'il y a de plus permanent dans le ciel, tant dans leur position que dans leur grandeur & leur éclat. Des astres semblables pouvoient donc être allumés ou créés tout-à-coup; s'ils ont pu naître, ils peuvent donc périr; un seul fait détruit à jamais la divinité des astres, & les range dans la classe de tous les êtres, en les soumettant à la loi générale de la nature, celle de naître, de changer & de mourir. Hypparque jugea que ce phénomène, arrivé déjà plusieurs fois, pouvoit arriver encore; & pour que dans l'avenir les astronomes pussent s'assurer s'il n'a point paru de nouvelles étoiles, cet homme, qui (a) ne peut être assez loué, dit Pline, osa entreprendre une chose difficile, même à un Dieu, *ausus rem etiam Deo improbam*; c'est de compter les étoiles, de marquer leurs distances, & , au moyen d'instrumens inventés exprès, de les désigner par leurs positions & par leur grandeur; afin qu'on pût reconnoître si elles naissent ou périssent, si elles sont en repos ou en mouvement, enfin si leur

(a) Plin., *Lib. II, cap. 26.*

éclat est susceptible d'augmentation ou de diminution. Le ciel, ainsi décrit par Hypparque, fut un héritage qu'il laissa à la postérité.

§. X X I V.

IL y a cependant quelque chose à rabattre des éloges exagérés de Pline, ou du moins, comme il n'étoit point assez instruit de la science, il faut ramener ces éloges sur leur véritable objet. D'abord Hypparque n'est point le premier qui ait compté les étoiles ; il y a lieu de croire que les anciens Orientaux en avoient fait quelque dénombrement. Pline appuie lui-même ce sentiment ; en disant ailleurs que les anciens comptoient 1600 étoiles dans les constellations du ciel. Hypparque en a compté beaucoup moins ; mais ce qui décide la question, c'est qu'Ératosthenes, comme nous avons dit, nous a laissé une description du ciel dans laquelle les étoiles de chaque constellation sont comptées ; il en trouve en tout un peu plus de 700. Hypparque n'est pas même le premier qui ait observé les positions des étoiles, en mesurant en degrés leur distance à l'équateur & aux colures ; Aristille & Timocharis l'avoient tenté avant lui : ce qu'il a fait, ce qui lui appartient, c'est d'avoir fait un dénombrement plus exact des étoiles visibles à la vue ; il en compte 300 de plus qu'Ératosthenes : c'est d'avoir observé les positions de toutes ces étoiles, tandis que ses prédécesseurs n'en avoient observé que quelques-unes. Cette entreprise d'Hypparque, quoiqu'elle ne fût pas sans exemple doit être admirée par l'étendue de son objet, par l'immensité du travail & par le succès de l'exécution : il sentit la nécessité de l'ouvrage, il eut le courage de le commencer & de le finir. Les astronomes avoueront que ce mérite vaut bien celui d'avoir le premier compté les étoiles. Il faut savoir louer les gens loua-

bles , & souvent l'ignorance prise en eux , ce qu'eux-mêmes estiment le moins.

Il s'en faut beaucoup que le plan d'Hypparque , ou du moins son exécution ait eu toute l'étendue qu'annonce le récit de Plinè ; son catalogue des étoiles n'est pas assez complet pour embrasser toutes les étoiles visibles , même à la vue simple. Ainsi on n'est pas en droit de conclure qu'une étoile est nouvelle , parce qu'elle ne s'y trouve pas , ou qu'une étoile , qui y est comprise , a disparu , parce qu'on ne la retrouve plus ; car les positions de ce catalogue ne sont pas assez exactes pour qu'on ne puisse quelquefois se tromper , en cherchant à reconnoître les plus petites. Quant au mouvement propre aux étoiles , comme il ne peut être que fort lent , il a fallu bien des siècles pour compenser l'erreur assez considérable des observations de ce tems , & pour pouvoir employer les positions d'Hypparque dans cette recherche délicate. Mais sur-tout la mesure de la grandeur & de l'éclat des étoiles n'est jamais entrée dans les projets d'Hypparque. Ces étoiles n'ont aucun diamètre dans les plus fortes de nos lunettes. Il est vrai que la scintillation de leur lumière leur en donne un sensible à la vue ; mais celui-là même est trop petit pour avoir été mesuré par les instrumens d'Hypparque. L'intensité de leur éclat est encore plus difficile à déterminer ; nous ne savons nous-mêmes si la précision moderne atteindra quelque jour à ces mesures. Il faut louer Hypparque , si par une sorte d'inspiration , il a vu que la science pouvoit aller jusques-là , mais il faut dire qu'il n'y a point été. Au reste le catalogue d'Hypparque est resté le modèle des travaux de ce genre , & , si les modernes l'ont surpassé par l'étendue & par l'exactitude , il joint encore au mérite d'avoir été le premier , l'utilité de montrer l'état du ciel de ce tems , & de servir de

de base à la recherche du mouvement des étoiles en longitude.

§. X X V.

ON a douté si l'étoile nouvelle, apperçue par Hypparque, n'étoit pas une comete ; mais il est aisé de sentir que cet astronôme étoit trop instruit pour s'y laisser tromper. Toute comete a un mouvement propre qu'il auroit reconnu ; il auroit vu qu'elle changeoit de distance à l'égard des autres étoiles : il l'eût prise d'abord pour une planete, & ensuite peut-être pour un météore, lorsqu'il l'auroit vu disparoître. Hypparque ni Ptolémée n'ont pas dit un mot des cometes, ce qui est très-remarquable. Il y a lieu de croire qu'ils n'en ont pas vu, ou qu'ils les confondoient avec les météores, qui ne sont point de l'objet de l'astronomie. On peut s'étonner que la saine opinion des Chaldéens sur la nature & les retours des cometes, n'ait point été citée par Hypparque ; il a dû la connoître : mais il l'a rejetée comme une erreur populaire ; ce qui prouve que les observations, qui en ont été la base, n'existoient plus au tems de cet astronôme, & qu'elles étoient plus anciennes que les anciennes observations des Chaldéens.

§. X X V I.

HYPPARQUE partagea le ciel en 49 constellations, 12 dans l'écliptique, 21 au nord & 16 au midi. Nous en rapporterons les noms dans nos éclaircissemens (a). Cette sphere étoit celle des Chaldéens, mais Hypparque y changea quelque chose (b) ; il y introduisit la Chevelure de Bérénice. La méthode qu'il suivit dans l'observation des étoiles lui appartient aussi sans

(a) Eclairc. Liv. II, §. 19.

(b) *Ibid.* §. 17.

doute; elle est ingénieuse. On ne peut établir aucune position dans le zodiaque que relativement aux points équinoxiaux & solsticiaux. Or ces points ne sont point visibles dans le ciel; ils ne peuvent être connus à chaque instant que par la comparaison du lieu observé du soleil, & par les tables qui donnent sa distance à ces points. Mais comment comparer les étoiles au soleil, qui les efface par son éclat, & qui ne leur permet point de paroître tant qu'il reste sur l'horizon. Hypparque imagina de faire une observation intermédiaire par le moyen de la lune (a). Vers le tems du coucher du soleil il observoit sur les armilles la différence de longitude entre cet astre & la lune. Aussi-tôt que le soleil étoit couché, & que quelque belle étoile commençoit à paroître, il observoit la différence de longitude entre cette étoile & la lune: il avoit donc la différence de longitude entre l'étoile & le soleil, en tenant compte du mouvement de la lune dans l'intervalle toujours assez court des observations; & comme les tables lui donnoient le lieu vrai du soleil dans l'écliptique, il avoit celui de l'étoile. Le lieu d'une ou de plusieurs étoiles étant bien déterminé, servoit de terme de comparaison pour toutes les autres. On voit que cette méthode, pratiquée de nos jours jusqu'à l'invention des pendules, est très-ancienne. C'est ainsi qu'Hypparque observa toutes les positions dont Ptolémée nous a conservé le catalogue (b).

Il paroît qu'il avoit construit une sphere, ou globe céleste, où il avoit marqué ces positions & dessiné les constellations. Ce globe fut sans doute déposé dans le *Museum* d'Alexandrie,

(a) Ptol. *Almag. Lib. VII, c. 2.*

(b) Ptolémée semble s'attribuer cette méthode, mais Hypparque n'auroit pas laissé les positions observées des étoiles, s'il n'avoit

pas eu une méthode pour les observer: & puisqu'il lui a fait une méthode, il est naturel de lui attribuer celle qui est rapportée par Ptolémée.

comme un monument utile autant qu'honorable à l'astronomie & à Hypparque. Ptolémée, pour prouver que les distances & les configurations respectives des étoiles n'avoient pas changé, demande que l'on compare les propres déterminations à cet ancien globe (a). Hypparque porta cette idée plus loin, & conçut que les constellations pouvoient être projetées sur un plan (b); il pensa que le ciel pouvoit y être représenté, comme la terre l'avoit été par Anaximandre. La méthode des projections, récemment inventée, lui en facilita l'exécution. Hypparque avoit tout ce qui caractérise le génie; un coup d'œil général pour saisir les rapports, & un tact juste & sûr pour faire toutes les applications possibles.

§. X X V I I.

CE travail qu'Hypparque avoit entrepris & achevé sur les étoiles, leurs positions consignées à la postérité, le conduisirent à la découverte du mouvement des étoiles. Ce fut en examinant quelques observations d'Aristille & de Timocharis, qu'il commença à le soupçonner. Timocharis avoit trouvé que l'étoile appelée *l'Epi de la Vierge*, précédoit l'équinoxe d'automne de 8°. Hypparque s'aperçut que de son tems elle ne précédoit plus que de 6. Il répéta la même comparaison sur plusieurs autres étoiles, & il trouva que toutes s'étoient avancées de l'Occident vers l'Orient de la même quantité. Les premières étoiles dont il fit usage pour cette comparaison, étoient sans doute des étoiles du zodiaque; car il supposa d'abord que ce mouvement n'avoit lieu que pour celles qui sont placées dans cette bande étroite (c). De nouvelles comparaisons & un plus mûr examen lui firent abandonner cette

(b) Ptolémée, *Almag. Lib. VII. c. 1.*
 (b) Syncéus, *de dono astr.*

Hist. des Mathém. Tome I, p. 274.
 (c) Ptol., *Almag. Lib. VII, c. 1.*

bizarre hypothèse, & assujettir toutes les étoiles à un mouvement général qui les entraîne, sans rien changer à leur situation respective. Quoique nous taxions avec raison cette hypothèse de bizarrerie, nous croyons qu'on peut justifier Hypparque de l'avoir adoptée un moment ; il n'y a de bizarre en ce genre que ce qui n'est pas naturel. Mais dans tous les tems il est difficile de juger autrement que par l'expérience, de ce qui appartient réellement à la nature. Quel étoit le plus extraordinaire d'imaginer la bande du zodiaque tourner autour de son axe, & les étoiles qui y sont placées, se séparer des autres par un mouvement progressif, ou de voir toutes les étoiles, mues par un mouvement général, s'avancer, sans s'écarter les unes des autres, avec autant & plus d'ordre qu'une troupe exercée aux évolutions militaires ? Avant que les faits eussent décidé, il faut convenir qu'Hypparque put être embarrassé de choisir entre ces deux hypothèses la plus physique & la plus naturelle.

§. XXVIII.

HYPPARQUE reconnut bientôt que le mouvement des étoiles se fait uniformément autour des pôles de l'écliptique : elles conservoient toujours la même distance à l'égard de ce cercle ; l'Epi de la Vierge en étoit éloigné de 2° , comme au tems de Timocharis ; il voyoit que toutes les déclinaisons avoient changé, tandis que les latitudes étoient restées les mêmes. Il supposa donc dans son traité de la grandeur de l'année, que le mouvement des étoiles étoit tout entier, & seulement en longitude (a) ; mais cependant avec une forte de doute (b) ; car il ne pensoit pas que les observations de Timocharis fussent

(a) Ptolém. *Almag. Lib. VII, cap. 2.*

(b) *Ibidem, cap. 3.*

assez exactes. pour en être assuré : d'ailleurs il ne s'étoit pas encore écoulé un assez long espace de tems ; un mouvement en latitude , moins sensible que celui de la longitude , pouvoit se manifester dans un plus grand nombre d'années. Cette circonspection prouve qu'Hypparque étoit un très-bon esprit : il ne prononçoit pas même sur tout ce qu'il avoit vu ; il attendoit du tems les éclaircissmens nécessaires , & qui le plus souvent détruisent les assertions précipitées. Ptolémée, qui vint 260 ans après , retrouvant les latitudes telles que Timocharis & Hypparque les avoient observées , fut dans le cas de dissiper tout-à-fait le doute que la prudence de son prédécesseur avoit laissé subsister.

§. X X I X.

NOUS croyons qu'Hypparque a été plus loin , & qu'il a deviné que ce mouvement même n'appartenoit pas aux étoiles. Suivant les apparences observées , les étoiles s'éloignoient toutes des points équinoxiaux , par un mouvement égal , & en conservant entr'elles le même ordre qui subsistoit depuis le commencement du monde. Il paroît qu'Hypparque n'admettoit pas la calotte sphérique , sur laquelle les anciens Grecs avoient attaché les étoiles. Les apparences étoient les mêmes , soit qu'elles s'éloignassent du point équinoxial , soit que ce point s'éloignât d'elles. Il étoit plus simple que ce point , ou du moins les quatre points cardinaux fussent seuls en mouvement. C'est la supposition qu'il crut la plus naturelle. M. de Montucla (a). le conjecture avec raison , d'après le titre d'un ouvrage d'Hypparque , *de la Rétrogradation des points équinoxiaux* , qu'il auroit aussi facilement intitulé du mouvement

(a) Hist. des Mathémat. T. I, p. 274.

(b) *Infra*.

des étoiles en longitude. Ce grand astronôme a donc vu cet effet tel qu'il est réellement. Il a rendu aux étoiles le repos, la fixité qui fait leur caractère. Elles brillent tranquillement dans les plaines du ciel, sans quitter, du moins sensiblement, la place qui leur a été assignée par l'être suprême. Les seuls points équinoxiaux & solsticiaux sont destinés à rétrograder chaque année d'une petite quantité, parcourant l'écliptique par une marche très-lente dans une révolution d'environ 25920 ans. Il ne restoit plus à pénétrer que la cause qui devoit être inconnue jusqu'à Newton.

Hypparque estimoit ce mouvement encore plus lent qu'il ne l'est en effet. Il étoit, selon lui, d'un degré par siècle, & la révolution entière ne s'accomplissoit que dans 36000 ans.

§. X X X.

LA connoissance du mouvement apparent des étoiles fixes le long de l'écliptique, donna lieu à Hypparque de rapporter les étoiles à ce cercle & non plus à l'équateur. Jusqu'à Hypparque toute l'astronomie avoit été renfermée chez les Grecs dans l'observation du lever & du coucher des étoiles. Comme ces phénomènes dépendent plus particulièrement de l'ascension droite & de la déclinaison, il étoit naturel de fixer le lieu des étoiles relativement à l'équateur. Hypparque lui-même suivit d'abord cet usage (a) ; mais lorsqu'il eut découvert le mouvement des étoiles, il jugea qu'il étoit plus convenable de compter leur longitude sur ce cercle, où les calculs sont fort simples, puisque la progression en longitude est uniforme, & que la latitude est constante, tandis que, par ce mouvement l'ascension

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 428.

droite & la déclinaison changent continuellement & inégalement.

Au tems d'Hypparque, le colure des équinoxes passoit par la premiere étoile du Bélier ; & chacune des constellations étoit à peu près, & autant que son étendue peut le permettre, dans chacune des douze parties du zodiaque. Nous soupçonnons même qu'Hypparque a fait quelque changement aux anciennes constellations, pour que le Belier se retrouvât à la premiere place, comme il l'avoit dans les tems antiques de la premiere distribution. Les Astronômes ont laissé depuis Hypparque, les constellations s'avancer vers l'Orient, les signes du zodiaque ont été distingués des constellations. On a conservé à ces signes le nom des constellations qui y étoient placées du tems d'Hypparque, & le signe du Bélier commence toujours au point de l'équinoxe du printems, quoique la constellation soit aujourd'hui toute entiere dans le signe du Taureau.

§. XXXI.

CE qui est remarquable, c'est la lenteur avec laquelle les connoissances se répandent, ce sont les fausses applications qu'on en fait. Le mouvement des étoiles étoit découvert ; il est vrai que la découverte n'en fut pleinement confirmée que par Ptolémée ; mais on ne soupçonnoit pas que ce mouvement pouvoit être la cause de la fausseté des anciens calendriers, de la discordance qui existoit entr'eux, & sur-tout de l'incertitude des points équinoxiaux & solstitiaux que les mêmes auteurs plaçoient en différens points de l'écliptique. (a) Columelle, qui vivoit 180 ans après Hypparque, connoissoit si peu le mouvement annoncé par cet astronôme, qu'il en attendoit un

(a) Columelle, *de re rustica*.

Hist. de l'Astron. anc. p. 422.

changement dans les climats , dans leur fertilité & dans la température de l'air. Mais ce qui distingue les climats , ce qui fait varier la chaleur & la fertilité de la terre , c'est la présence plus ou moins longue du soleil : cette présence dépend de l'inclinaison de la sphere sur l'horizon , & de l'obliquité de l'écliptique. Tant que ces choses ne changeront pas , du moins sensiblement , la fertilité des climats sera la même , en supposant que la terre ne s'épuise pas par la production. C'est ainsi que les grands hommes instruisent : ils parlent , on ne les entend pas ; les ombres restent après la naissance du jour , & un long crépuscule précède la lumière générale.

§. XXXII.

HYPARQUE transporta dans la géographie le plan qu'il avoit suivi dans l'astronomie ; & comme il avoit rapporté les positions & les mouvemens de tous les astres aux cercles fixes de la sphere , il pensa que la géographie devoit rapporter à l'équateur terrestre la position des lieux sur la surface de la terre (a). Avant lui , les anciens ne paroissent s'être occupés que de connoître la distance à l'équateur ; ils y parvinrent , en observant par leurs gnomons la longueur de l'ombre , le jour de l'équinoxe (b) : ils avoient remarqué que cette longueur de l'ombre varioit en s'éloignant de l'équateur , & qu'elle croissoit jusqu'au pôle. C'étoit la méthode des anciens Indiens , des Chinois & de toute l'Asie ; les Grecs l'avoient prise chez eux. Ils disoient que le jour de l'équinoxe la longueur de l'ombre étoit à la hauteur du gnomon à Rome comme 8 à 9 , à Alexandrie comme 3 à 5 , à Arhenes comme 3 à 4 , à Rhodes

(a) Strabon , *Geog. Lib. I.*

(b) *Astron. anc. p. 112.*

comme

comme 5 à 7, à Carthage comme 7 à 11 (a). Ils distinguoient encore les climats par la longueur des jours. En effet depuis l'équateur, où toute l'année le jour est de douze heures, en s'avancant vers le pôle, les jours de l'été s'aggrandissent; & ces climats étant partagés de demi-heure en demi-heure, Ptolémée en compte sept depuis celui de Meroé, où le plus long jour est de treize heures, jusqu'à l'embouchure du Boristhènes, où le plus long jour est de seize heures (b). Au-delà les plus longs jours croissent plus rapidement : bientôt ils ne se comptent plus par des heures, mais par des mois, jusqu'au pôle, qui ne voit dans toute l'année qu'un jour & qu'une nuit de six mois.

Hypparque pensa qu'on pouvoit connoître la position d'un lieu sur la surface de la terre, comme on connoissoit la position d'un point du ciel, occupé par un astre. Il entrevoyoit que les villes & les points remarquables du globe étant connus par leurs longitudes & par leurs latitudes, on en pouvoit dresser un catalogue, comme il avoit fait pour les étoiles. Une idée le mena à l'autre, & la première entreprise achevée l'ayant rendu hardi, il proposa la seconde, & en laissa l'exécution à ses successeurs. Cette application heureuse fixa le sort de la géographie, qui fut de dépendre de l'astronomie. Elle en devint moins conjecturale, moins assujettie à l'erreur des récits des voyageurs; Hypparque en fit une science positive, fondée sur des principes certains.

Si l'on imagine un grand cercle, un méridien qui passe par le pôle & par le zénith du lieu, on observera sur ce cercle, par le moyen du gnomon, ou des armilles, la distance du zénith à l'équateur, ou la latitude (c). Quant à la distance de

(a) Riccioli, *Almag.* T. I, p. 16.

(b) Ptol. *A. mag. Lib. I, cap. 12.*

(c) Soit (fig. 8) le méridien HSZ, l'équateur CS, le zénith Z, AS un Gnomon, AC la

l'est à l'ouest, à la longitude (*a*) comptée sur l'équateur, on ne peut la connoître que par la distance mutuelle des méridiens des différens lieux, que par les parties de l'équateur interceptées entre ces méridiens. Hypparque imagina que, comme on comptoit les longitudes depuis un point déterminé qui étoit celui de l'équinoxe du printems, il falloit de même choisir un des méridiens, d'où l'on pût compter tous les autres. On prit celui qui passoit par les îles Fortunées, aujourd'hui les Canaries, & cet usage s'est conservé jusqu'à nous.

§. XXXIII.

MAIS il s'agissoit de connoître la distance mutuelle des méridiens à celui qui avoit été pris pour le premier; & le plus grand service qu'Hypparque ait pu rendre à la géographie, c'est l'invention de la méthode pour déterminer cette distance, ou les longitudes par le moyen des éclipses de lune (*b*). Nous conviendrons du peu d'exactitude des premières déterminations; lorsqu'on mesuroit le tems par des clepsidres, il n'étoit pas possible d'y mettre beaucoup de précision; mais la méthode n'en fait pas moins d'honneur à Hypparque: le principe en est excellent.

Les pays, situés sous chaque méridien, comptent midi au moment où le soleil se trouve dans ce méridien. L'heure de midi arrive donc successivement pour tous les pays du monde

longueur de l'ombre, le jour de l'équinoxe. Cette longueur étant connue par l'observation, on calcule l'angle HCS qui est la hauteur de l'équateur sur l'horizon; cet angle retranché de l'angle droit HCZ, donne l'angle SCZ, ou la distance du zénith du lieu à l'équateur. Depuis on a observé également un astre E, quoiqu'il ne fût pas dans l'équateur, parce qu'en retranchant sa déclinaison connue SE de sa hauteur HE,

on avoit également celle de l'équateur HS.

(*a*) La raison de ces dénominations de longitude & de latitude des lieux de la terre, est qu'autrefois ce qu'on connoissoit du globe de la terre, étoit plus étendu de l'est à l'ouest que du nord au midi; & conséquemment on appela *longueur* ou *longitude* ce qui s'étendoit de l'est à l'ouest, & *largeur* ou *latitude* ce qui s'étendoit du nord au midi.

(*b*) Strabon, *Lib. I.*

en allant de l'est à l'ouest, & cela à raison de quatre minutes de tems pour un degré de longitude, & d'une heure pour quinze degrés, puisque par la révolution diurne les 360° de l'équateur passent au méridien dans un jour de vingt-quatre heures. De deux méridiens éloignés de 10° , le plus oriental compte midi, & par conséquent toutes les heures $40'$ avant l'autre. Il en résulte qu'un phénomène céleste, tel qu'une éclipse de lune, qui est apperçue comme un signal, dans le même instant, sur toutes les parties de la terre où la lune est alors visible, arrive cependant, selon les pays, à différentes heures. Donc, si dans l'un on a compté $40'$ de plus que dans l'autre, on en conclura qu'il est plus oriental, c'est-à-dire, que la différence de longitude est de 10° vers l'est. Cette méthode, pratiquée avec tant de succès par notre astronomie moderne, est le principe de toutes les autres, qui ont pour objet de déterminer les longitudes terrestres par l'observation des phénomènes célestes. Il falloit beaucoup de génie pour lier ainsi la géographie à l'astronomie, & pour faire dépendre la connoissance de la terre de celle du ciel.

§. XXXIV.

LES calculs nombreux, où tant de travaux engagerent ce laborieux astronôme, dit M. de Montucla (a), firent naître entre ses mains la trigonométrie, soit rectiligne, soit sphérique; c'est la science de la mesure & du calcul des triangles. Un triangle est composé de trois angles & de trois côtés: en général, si trois de ces choses sont données, on connoît par le calcul les trois autres; avec cette exception que si ces côtés sont des lignes droites, il faut que dans ces trois choses

(a) Histoire des Mathématiques, Tome I, p. 275.

données, il y ait au moins un côté. Mais si les côtés sont des arcs de cercles, comme ceux qui forment les distances mutuelles des astres sur la voûte du ciel, il n'est pas nécessaire qu'il y ait un côté de connu, les trois angles suffisent pour calculer celui des côtés que l'on voudra, ou tous les trois. Les règles de ces calculs sont ce que l'on nomme la *trigonométrie*. Elle est essentielle à l'astronomie, qui ne mesure que des arcs & des angles, & qui a souvent besoin de conclure les uns par les autres, ou d'en déduire des distances en ligne droite. C'est donc Hypparque qui posa les fondemens de cette science, comme il avoit posé ceux de la géographie.

Hypparque avoit laissé beaucoup d'ouvrages qui ne nous sont point parvenus. Il ne nous reste que son commentaire, ou plutôt sa critique d'Aratus & d'Eudoxe. Il avoit fait également une critique de la géographie & de la mesure de la terre d'Eratosthenes^(a). Strabon, quoique rempli d'estime pour Hypparque, a pris la défense d'Eratosthenes. Il semble qu'Hypparque ne pouvoit se défendre d'un sentiment de jalousie; il critiquoit avec aigreur, & souvent avec injustice. Eudoxe avoit mérité d'être appelé le Prince des astronomes Grecs; Eratosthenes tenoit un rang presque égal dans la géographie. On haït sur-tout l'envie qui poursuit encore les morts. Le fondateur de l'astronomie renouvelée pouvoit-il envier quelque chose? Le feu du génie semble devoir épurer la substance de l'ame, comment y reste-t-il un vice aussi bas que la jalousie? Au reste nous devons détourner nos regards de ces taches de la vie d'un grand homme, & nous dirons: c'est lui qui a renouvelé les observations astronomiques; il a apperçu l'inégalité du soleil, il en a dressé des tables; il est l'inventeur de l'équation du tems, de la paral-

(a) *Infra*, Eclairc. Liv. II.

laxe, de la mesure des distances ; il a entrepris & exécuté la vraie description du ciel ; il a fondé la géographie & la trigonométrie. L'histoire toujours impartiale cite ses défauts pour l'instruction de ses pareils ; elle avertit les hommes de génie que le souvenir des injustices subsiste dans la tradition , avec la gloire des talens & des découvertes, comme les taches du soleil sont vues au milieu de sa splendeur majestueuse.

§. X X X V.

AUCUN astronôme de réputation ne remplit l'intervalle entre Hypparque & Ptolémée. C'est un exemple des repos de la nature. Ce n'est pas qu'il y eût interruption de travaux , l'école d'Alexandrie subsistoit , les hommes se succédoient , mais les esprits étoient d'une trempe plus ordinaire. Les uns ont sans doute vécu inutilement , puisqu'ils ont été oubliés , les autres n'ont laissé que peu de chose après eux. Nous allons parcourir ce que ces trois siècles ont produit de plus remarquable.

Geminus , qui vécut peu de tems après Hypparque , fut un faiseur d'élémens , c'est-à-dire , qu'il expliqua ce que les autres avoient inventé. On peut lui faire honneur d'une idée fort saine sur la disposition des étoiles dans l'étendue de l'espace.

» La plus haute sphere , dit-il , est celle des étoiles fixes. Mais
 » il ne faut pas penser que toutes les étoiles soient placées sur
 » une même superficie. Les unes sont plus élevées , les autres
 » sont plus basses. Notre vue qui se porte dans le ciel de
 » toutes parts à une égale distance , rend insensible la différence de hauteur ». Nous plaçons ici cette idée par une justice rigoureuse ; elle nous a été conservée par Geminus. Mais nous croyons qu'elle peut appartenir à Hypparque (a) :

(a) *Suprà* §. 19.

Nous pensons qu'Hypparque avoit brisé le ciel de cristal , qui portoit & laissoit voir les étoiles ; Ptolémée, moins philosophe que lui, le rétablit. Geminus ne fut pas si hardi qu'Ariftarque sur la prodigieuse distance des étoiles : celui-ci osoit regarder comme nulle la sphere du soleil , en comparaison de la sphere des fixes ; Geminus dit seulement que notre globe est comme un point à l'égard de cette sphere (a). C'étoit une marque de dégénération dans l'école d'Alexandrie. Quand les grandes idées, une fois connues & produites, s'alterent ; quand il faut les affoiblir pour les concevoir , c'est une preuve que les têtes deviennent plus petites.

§. XXXVI.

Nous ne ferons que nommer Théodose , auteur de trois livres sur les sphériques , & qui travailla pour l'astronomie en perfectionnant la trigonométrie ; & Alexandre d'Ephese , auteur d'une description en vers de la terre & du ciel. Nous passons à un philosophe , qui mérite un rang distingué dans cette histoire ; ce fut le stoicien Possidonius, d'Apamée en Syrie , disciple de Panetius , ami de Cicéron & de Pompée. Il fut célèbre dans l'astronomie pour avoir entrepris une seconde fois de mesurer la circonférence de la terre. Nous en traiterons à part dans le livre suivant. Cette observation est la seule qui nous soit restée de lui ; mais quand il ne l'auroit pas faite , ses opinions suffiroient pour lui mériter des éloges.

Possidonius passa sa vie hors de sa patrie (b) ; il vint à Rome, où il construisit une sphere mouvante & très-ingénieuse, suivant le témoignage de Cicéron (c). Ce philosophe pensoit avec

(a) Geminus , chap. I. *In Uranologion*, p. 57.

(b) Cicéron. *Quest. Tuscul.* V, 37.

(c) *De naturâ Deorum*, II, 34.

l'antiquité, que les étoiles étoient des corps divins, formés de la substance du feu éthéré, des corps qui n'étoient jamais en repos, mais se mouvoient circulairement (a). Voilà un exemple de ces idées sublimes & philosophiques, où l'esprit s'élève de lui-même à l'aide de l'analogie. Il ne faut pas croire que par le mouvement circulaire, il entendit la révolution diurne. Les anciens ne connoissoient cette révolution que sous le nom de mouvement du premier mobile, ils ne regardoient point que ce mouvement appartînt aux étoiles, puisqu'elles étoient nommées *étoiles fixes*, mais à la sphere entiere, où les astronômes, Hypparque excepté, les crurent long-tems attachées. Il est clair que Possidonius parloit d'un mouvement propre & particulier à chaque étoile, semblable à celui qu'on a découvert dans Arcturus, & que Possidonius a prévu seize cens ans avant cette découverte. Il a vu les astres les plus voisins de la terre se mouvoir dans des cercles, & il en a conclu que le mouvement ne devoit pas être interdit aux astres plus éloignés, qui étoient de la même nature.

§. XXXVI.

POSSIDONIUS avoit fait attention au phénomène de la grandeur extraordinaire du soleil & de la lune près de l'horizon. Cette observation étoit bien simple & sûrement plus ancienne que lui; mais l'explication qu'il en donne lui fait quelque honneur. Il attribue cette augmentation de grandeur aux vapeurs de l'atmosphère, qui, en brisant les rayons, en les détournant de leur ligne directe, amplifioient les images (b). On fait aujourd'hui que la réfraction des rayons produit un

(a) *Stanlei Hist. philos.*
Achilles Tatius, cap. 10.

(b) *Strabon*, *Geographia*, *Libro tertio*.

effet contraire; mais quand la réfraction & ses loix étoient inconnues, il y avoit quelque mérite à se tromper ainsi. Il partoît d'un principe très-vrai, qui est que dans un milieu épais & chargé de vapeurs, le rayon visuel se détourne de sa route, & d'autant plus que la densité du milieu est plus grande; car il ajoutoit que si, comme Lincée, on pouvoit voir le soleil au travers des murailles ou d'autres corps solides, il paroîtroit encore beaucoup plus grand (a). Ce philosophe n'aperçut pas que les deux rayons qui viennent à l'œil des deux extrémités d'un objet, traversant le même milieu, se détournant dans le même sens & à peu près de la même quantité, ne peuvent augmenter la grandeur de cet objet. Au contraire si dans le sens perpendiculaire à l'horizon, le rayon le plus élevé se détourne un peu moins que l'autre, cette grandeur est un peu diminuée.

Nous croyons que Possidonius avoit également fait attention au phénomène qui a lieu dans les nouvelles lunes & dans les éclipses de soleil, à cette lumière qui paroît quelquefois sur la lune & la rend visible, quoiqu'elle ne tourne que sa partie obscure vers nous. Dans le premier cas, cette lumière est celle que la terre éclairée par le soleil renvoie sur la lune; dans le second, cette lumière n'est autre chose que les rayons du soleil même, lesquels brisés dans l'atmosphère de la lune, ou du moins près de sa surface, parviennent jusqu'à nous. Possidonius disoit que non seulement la lune étoit frappée de la lumière du soleil, à la manière des corps solides, dont la surface seule est éclairée, mais que les rayons de cet astre pénétroient son épaisseur, comme ils feroient à l'égard d'un corps rare & diaphane. On savoit depuis long-tems que la

(a) Cléomède, *Cyclic. Theor. Lib. II*, 1.

lune est éclairée par les rayons du soleil, qu'elle renvoie comme un miroir. On n'avoit donc pas besoin de la supposer diaphane (a). Les philosophes ne font des suppositions que pour expliquer des faits.

§. XXXVIII.

POSSIDONIUS eut quelque connoissance des phénomènes de la marée. Les eaux de la mer s'élevent ou s'abaissent continuellement : elles s'élevent pendant six heures, elles s'abaissent pendant six autres, pour remonter de nouveau ; & ce mouvement s'accomplit deux fois dans un intervalle d'un peu plus de vingt-quatre heures. Les eaux s'élevent inégalement dans différens tems de l'année. Possidonius reconnut que ces phénomènes dépendoient, soit du mouvement particulier de la lune, soit de son mouvement à l'égard du soleil. Il dit que les plus grandes marées arrivent dans les nouvelles & pleines lunes, & les plus petites dans les quadratures. Selon lui, les habitans de Cadix avoient remarqué que les marées étoient plus grandes au solstice d'été, & il conjecture qu'elles devoient être plus petites dans les équinoxes (b). Les anciens Saxons & les Danois, qui avoient fait les mêmes remarques, régloient leur année sur les effets du flux & du reflux de la mer. Ils faisoient usage principalement de la grande marée, qui arrive à la pleine lune de l'équinoxe (c). Ainsi leur année étoit solaire & lunaire.

Possidonius estimoit que la hauteur de l'atmosphère, ou de la région des nuées & des vents, étoit de 400 stades ou de 15 lieues de 25 au degré (d). On verra que la hauteur de

(a) Cléomède, *Ibidem*, Lib. II, 4.

(b) Strab. *Geog. Lib.* III.

(c) Scaliger, *de emend. temp.* L. II, p. 162.

(d) Pline, *Lib.* II, cap. 23. *infra* p. 509.

l'atmosphère est difficile à fixer d'une manière précise; mais il est remarquable que cette hauteur ne s'éloigne pas beaucoup de celle que M. de la Hire a déterminée d'environ dix-sept lieues, ou seulement de seize, en ayant égard à la courbure du rayon de lumière (a). Il seroit curieux de savoir quels sont les moyens dont Possidonius s'étoit servi pour approcher si près de la vérité. Cela est d'autant plus singulier que des astronomes, beaucoup plus modernes, se sont fort éloignés de cette estimation. Kepler ne croyoit la hauteur de l'atmosphère que d'environ une ou deux lieues (b).

§. XXXIX.

Il ne seroit pas moins curieux de savoir comment ce philosophe avoit établi les distances du soleil & de la lune. Il pensoit que de la région des nuées à la lune il y avoit deux millions de stades, & de la lune au soleil cinq cens millions. Ce qui rapporté au demi-diamètre de la terre qu'il avoit déterminé de 38182 stades, donne pour la distance de la lune $52\frac{1}{2}$, pour celle du soleil 13095 demi-diamètres de la terre. Ces nombres ne sont ni ceux d'Hypparque, ni ceux d'Eratostrhenes. Sans être fort exacts, ils ne s'éloignent pas infiniment de la vérité, du moins quant à la distance de la lune. Celle du soleil est trop petite de moitié; mais cependant elle est plus exacte que celle qui fut établie quinze cens ans après par Tycho, & elle répond à une parallaxe de $16''\frac{1}{2}$, quantité qui ne pouvoit être observée par les instrumens anciens. Cléomède ni Strabon ne nous ont conservé aucun détail sur la manière dont Possidonius étoit parvenu à cette détermination; ce qu'ils n'auroient pas manqué de faire, si c'étoit

(a) Mém. Acad. des Scien. 1713, p. 61.

(b) Kepler, Paralip. ad Vitell. p. 229.

le résultat d'une observation. Mais les siècles d'Ératosthènes & de Possidonius n'ont pu faire cette observation ; & , à moins qu'on ne veuille supposer , contre toute vraisemblance , que ces déterminations sont dues au hasard , & ont été inspirées par une sorte de divination , il est évident que ce sont des connoissances antérieures : elles sont différentes de celles d'Ératosthènes , parce qu'elles ont été puisées dans des manuscrits différens ; elles appartiennent toutes à un peuple qui a eu , comme nous , plusieurs degrés de connoissances. Si les sciences périssoient en Europe , & que le hasard conservât quelques déterminations de Tycho & de Cassini , quoiqu'elles eussent les mêmes objets , elles offriroient & des nombres & des degrés d'exactitudes différens.

Possidonius étoit stoïcien dans toute la rigueur du mot. Tourmenté des plus violentes douleurs de la goutte , il disoit : *ô douleur ! je ne conviendrai jamais que tu sois un mal (a)*. Cette espèce de philosophie est sans doute un abus de la raison. La douleur est aussi réelle que le plaisir ; il est naturel de la fuir. Mais l'âme exercée à la combattre , devoit acquérir une force prodigieuse , & ce courage de l'esprit étoit propre aux plus grandes choses. Pompée , vainqueur de Mithridate & de l'Asie , vint visiter Possidonius ; il défendit aux Licteurs de frapper , & fit déposer les faisceaux à la porte du philosophe. Il rendoit cet hommage à la vertu , comme les autres hommes le rendent à la puissance. Les exemples pareils sont rares. Si la vertu ne se suffisoit pas à elle-même , les honneurs qu'on lui rend ne la perpétueroient pas sur la terre.

§. XL.

CLEOMEDE vécut peu de tems après Possidonius ; & il

(a) Cicéron , *Quest. Tuscul. Lib. II* , 25.

nous a conservé la plus grande partie des choses, qui nous sont restées de ce philosophe. Il établit dans son livre de la Théorie des corps célestes, que la terre, vue du soleil, ne le feroit que comme un point, mais que de la distance des étoiles, elle ne feroit point du tout visible, quand même elle auroit l'éclat du soleil; d'où il conclut que les étoiles sont beaucoup plus grandes que la terre. Cette idée vraie & philosophique montre le progrès des connoissances.

Cléomède avoit entendu parler d'un phénomène assez extraordinaire, mais qu'il n'avoit jamais observé. C'est de voir d'un côté le soleil sur l'horizon, & de l'autre à l'opposite la lune éclipsée (a). Cléomède nia la possibilité du phénomène; il affirma qu'il n'y en avoit point d'exemple dans l'histoire connue des éclipses. Il falloit bien cependant qu'on eût vu de ces éclipses singulières, où les deux astres sont élevés à la fois sur l'horizon par l'effet de la réfraction, puisque Cléomède fut dans le cas de les nier. Dans le tems de la renaissance de l'astronomie, il étoit naturel de remettre les anciennes opinions au creuset. Celle-ci parut une erreur populaire. Cléomède se fondeoit sur un principe certain; c'est que la lune, quand elle s'éclipse, est directement opposée au soleil, éloignée de cet astre de la moitié du ciel. Dès qu'on la voit éclipsée, & au-dessus de l'horizon, il faut nécessairement que le soleil soit au-dessous. Tout cela seroit vrai, s'il n'y avoit pas de réfraction. Il nia l'explication qu'on en donnoit par l'élévation de l'œil sur la rondeur de la terre, affirmant que l'élévation ne suffiroit point à cet effet; mais Cléomède va plus loin, & il tente d'expliquer le fait qu'il ne croyoit pas. Il en donne d'abord une assez mauvaise raison, en disant que l'image du soleil déjà descendu

(a) Cléomède, *Lib. II. cap. 1.*

sous l'horizon , peut être renvoyée par un nuage épais. La seconde est la meilleure , puisqu'elle est la vraie ; c'est que, dit-il , le rayon visuel parti de l'œil , rencontrant l'air grossier , chargé de vapeurs , se rompt & suit le soleil déjà caché sous l'horizon , comme un objet placé & invisible au fond d'un vase , devient visible lorsque le vase est rempli d'eau. Voilà bien évidemment la première connoissance de la réfraction. C'est une suite & un développement des idées de Posidonius. Ce philosophe avoit cru que le rayon de lumière , en se rompant , pouvoit aggrandir le diamètre des astres. Cléomède a vu qu'il pouvoit les élever. Remarquons qu'alors on croyoit que le rayon visuel partoît de l'œil & alloit au - devant des objets , comme la main s'avance pour les saisir. Au reste l'explication n'en étoit pas moins bonne. Elle a cela de singulier , que tandis qu'un grand nombre de physiciens & de philosophes ont donné des raisons fausses à des faits observés par eux ; Cléomède devinoit la véritable cause d'un phénomène dont il nioit l'existence.

§. X L I.

VERS le tems d'Hypparque , on trouve à Rome un peu plus de connoissance de l'astronomie. Sulpitius Gallus prédit une éclipse de lune , pour la nuit qui précéda la bataille , où Persée , Roi de Macédoine , fût vaincu par Paul Emile. Ce phénomène imprévu pouvoit effrayer les soldats , Sulpitius les rassembla & leur annonça que la lune seroit éclipcée depuis la seconde jusqu'à la quatrième heure de la nuit (a). La méthode étoit assez bonne pour prédire l'heure & la durée du phénomène. Cette précaution fut utile & devint la cause de la victoire. Mais la méthode

(a) Plin., *Lib. II , cap. 12.*

Riccioli , *Almag. Tome I.*

venoit sans doute de l'Asie (a) ; elle étoit du moins étrangère à Rome. L'astronomie, ainsi que les chefs-d'œuvres des arts, y avoient été apportés avec les dépouilles du monde. Les Romains faisoient usage de quelques méthodes astronomiques, comme ils paroient leurs cabinets & leurs jardins des belles statues grecques, sans trop entendre les unes, & sans avoir l'émulation d'imiter les autres.

Mais celui des Romains, qui mérita le plus de l'astronomie, fut Jules César, non seulement par la réformation du calendrier romain, mais comme instruit des principes de cette science. Il avoit composé plusieurs ouvrages dans ce genre ; il avoit observé des levers & des couchers d'étoiles, pour y joindre les indications météorologiques ; ou du moins pensant que rien n'étoit inutile au métier de la guerre, il avoit rassemblé de toutes parts ces observations, & dressé un calendrier pour l'usage de ses campagnes (b).

§. XLII.

Le calendrier romain étoit tombé dans le plus grand désordre, par la négligence & par la faute des prêtres. César, en sa qualité de grand Pontife, devoit y remédier. Il faut convenir que la forme d'année, instituée par Numa, étoit si compliquée, qu'on doit peu s'étonner si les intercalations ont été négligées, ou mal faites par les Romains, plus occupés de guerres que de sciences. Il est difficile de donner une forme simple à l'année,

(a) M. Freret, *Mém. Ac. Inscr. T. XVI*, pag. 217, remarque que la plus ancienne observation d'Hypparque est de l'an 162 avant J. C. ; & comme la prédiction de Salpinius Gallus est de l'an 168, les tables d'Hypparque n'étoient pas construites ; & ce Romain, ainsi que Thalès, se servit sans doute de quelque méthode orientale,

antérieure à Hypparque, qui ne nous est point parvenue.

(b) Dans la *Pharsale*, *Lib. Xv. 174*, César parle ainsi à un Prêtre Egyptien :

*Fama quidem generi Pharias me duxit ad urbes
Sed tamen & vestri ; mediis inter prælia semper
Stellarum calique plagis, superisque vacavi,
Nec meus Eudoxi vincetur sabbibus annus.*

toutes les fois qu'on veut accorder les mouvemens du soleil & de la lune.

Alexandrie étoit alors le siege unique de l'astronomie & des sciences ; César fit venir de cette ville Sosigènes , philosophe péripatéticien & astronome. Sosigènes ayant examiné l'année de Numa & les intercalations prescrites , vit qu'il n'y avoit pas d'autre parti à prendre que d'abandonner l'année lunaire , & de régler l'année civile seulement sur le cours du soleil. C'étoit le moyen de lui donner une forme simple & par conséquent commode. Il imagina de faire chaque année de trois cent soixante-cinq jours , & d'ajouter un jour à la quatrième , pour tenir compte des quatre quarts qui s'étoient accumulés. Nous disons qu'il imagina cette intercalation d'un jour , quoique nous sachions bien qu'elle a dû être en usage très-anciennement aux Indes. L'intercalation d'un mois de trente jours , tous les cent vingt ans chez les Perses , est précisément la même que celle d'un jour tous les quatre ans. Les Egyptiens avoient leur année désignée sous l'emblème d'un arpent , leur année réglée sur le lever de la canicule , qui avoit nécessairement un jour intercalaire chaque quatrième année (a). Ces faits ont pu mettre Sosigènes sur la voie , mais il falloit que la chose fût encore difficile ; il s'agissoit en effet d'accorder la simplicité avec l'exactitude. César avoit rassemblé beaucoup de mathématiciens , Sosigènes remporta le prix de cette espèce de concours. Cette année réformée fut appelée *Julienne* , & porta le nom de *César* , au lieu de porter celui de *Sosigènes* , qui lui valut cet honneur. Elle a réglé le tems pendant quinze siècles , jusqu'à ce que le Pape Grégoire XIII vint donner son nom à une seconde réformation devenue indispensable.

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 113 , 162 & 400.

§. XLIII.

L'ANNÉE de Numa n'avoit que 355 jours, il fallut en ajouter dix ; Sosigenes & César les répartirent ainsi (a). On en ajouta deux aux mois de Janvier, d'Août & de Décembre, qui n'en avoient que vingt-neuf, & un seulement aux mois d'Avril, Juin, Septembre & Novembre, qui n'en avoient également que vingt-neuf. On ne changea rien au mois de Février, pour ne pas troubler le culte des Dieux infernaux, *ne Deum inferum religio immutaretur*. Le jour intercalaire fut seulement placé dans ce mois le 24, le jour qui précédoit le sixieme avant les calendes ; il fut appelé *bis-sexto*, d'où l'année a pris le nom de *bissextile*.

Nous avons parlé du mois d'Août : ce mois & celui de Juillet n'étoient pas ainsi nommés au tems de César. Le premier s'appeloit *Sextilis*, le second *Quintilis*. Antoine, après la mort de César, fit donner au mois *Quintilis*, où César étoit né, le nom de *Julius*, d'où nous avons fait Juillet. On donna le nom d'*Auguste* au mois *Sextilis*, parce que toutes les grandes choses que ce Prince avoit faites, tous les avantages qu'il remporta tombèrent dans ce mois ; trois triomphes, la conquête de l'Egypte, l'extinction des guerres civiles, &c. Ce mois heureux pour lui, fut regardé par la flatterie comme heureux pour l'univers. La reconnaissance des Romains consacra depuis ce que la flatterie avoit établi. Mais si Auguste eût fini son regne comme il l'avoit commencé, s'il n'avoit pas fait le bonheur du peuple dont il avoit usurpé l'empire, on eût brisé des autels lâchement élevés, on eût détruit les institutions qui pouvoient le rappeler à la mémoire des hommes. Des

(a) *Macrobi. Saturn. I, 14.*

tyrans prétendirent depuis à ces honneurs qu'avoient obtenus César & Auguste ; Néron voulut donner son nom au mois d'Avril, Commode au mois d'Octobre. Il est assez bizarre que ce ne soient que des tyrans qui aient eu cette idée. Mais les noms furent abolis , en même tems que leur tyrannie. Ces institutions , qui sont d'un usage habituel , dépendent de la volonté du peuple , & n'ont de durée que par son amour ; leur permanence est dans le cœur des sujets , où les tyrans , ainsi que leur mémoire , n'ont point de place.

§. X L I V.

Nous ne devons point ranger au nombre des astronomes ni Cicéron , ni Varron ; l'un pour avoir traduit le poëme d'Aratus , l'autre pour avoir écrit sur l'agriculture. L'un & l'autre eurent des connoissances astronomiques , mais en philosophes & non en astronomes. Le philosophe veut seulement connoître le pays qu'il habite , l'astronome en décrit l'étendue & en recule les bornes. Varron doit être cité comme étant le premier , qui ait fait usage des éclipses pour régler la chronologie (a). Il est juste de lui faire honneur d'une méthode utile , qui a répandu quelque lumière dans la confusion des anciennes annales.

Sous le gouvernement de César & d'Auguste parurent Hygin , qui décrivit les constellations , à la manière des anciens , & avec moins d'étendue & d'exactitude qu'Hypparque ; Manilius , le chantre des merveilles du ciel , des connoissances astronomiques & des rêveries de l'astrologie ; Germanicus César , qui traduisit Aratus , & qui occupoit ses loisirs par des travaux utiles , près du trône qui lui étoit destiné ; Vitruve , qui sans

(a) Censorin , *de die natali* , cap. 21.

être astronôme , nous a conservé beaucoup de connoissances astronomiques des anciens.

Pline & Plutarque , comme Vitruve , ont trop bien mérité de l'astronomie , pour être omis dans cette histoire. Ce sont eux qui nous ont fourni la plus grande partie des opinions philosophiques rapportées jusqu'ici. On souhaiteroit qu'ils eussent mis plus de discernement dans le choix , & plus d'exactitude dans leurs récits. Pline raconte également les choses vraies & celles qui sont dénuées de toute vraisemblance. Le traité de Plutarque *des Opinions des Philosophes* , n'est pas composé comme ses autres ouvrages. Ordinairement Plutarque ne raconte aucun fait , aucune opinion , qu'il n'y joigne un jugement sain & motivé ; ici il n'est plus lui-même , ce n'est qu'une suite d'opinions absurdes ou vraisemblables , suivies ou incohérentes , qu'il cite également sans nul indice de louange , ou de blâme. Nous croirions volontiers que ce recueil avoit été fait pour son utilité particulière , & non pour être publié , comme un ouvrage soigné & terminé. On a joint ce recueil à ses autres écrits , par l'envie de conserver tout ce qui vient des gens célèbres. Au reste , ce petit traité même est précieux , puisqu'il nous reste , lorsque les sources où Plutarque avoit puisé ne subsistent plus.

§. XLV.

Nous ne devons point oublier Seneque , qui dans ses livres *des Questions naturelles* , nous a laissé des opinions très-saines sur la nature & le mouvement des comètes : il les compare aux planètes : » les comètes , dit-il , sont des ouvrages éternels de la nature ; elles ont leur route qu'elles parcourent ; » elles s'éloignent , mais elles ne cessent point d'exister. S'il » n'y a point de zodiaque pour elles , c'est que le ciel est

» libre de toutes parts , & que partout où il y a de l'espace ;
 » il peut y avoir du mouvement. On ne peut savoir si elles
 » ont des retours réglés , leurs apparitions sont rares ; les
 » hommes n'ont encore pu observer que le cours de cinq
 » planètes : le jour viendra , où l'étude de plusieurs siècles dé-
 » couvrira les choses aujourd'hui cachées. On démontrera dans
 » quelle région vont errer les comètes , pourquoi elles s'éloi-
 » gnent tant des autres astres , quel est leur nombre , leur
 » grandeur , &c. ». On a fait grand bruit de cette espèce de
 prédiction , mais en rendant à Sénèque la justice qui lui est
 due , nous dirons qu'il a deviné comme les astrologues après
 l'événement. Son siècle ne le portoit point à concevoir ces
 idées , & quelle que soit la force & l'étendue du génie , il lui
 faut des données , il lui faut un point fixe d'où il puisse s'élancer.
 Nous demandons où étoit ce point du tems de Sénèque ?
 Quelles étoient les vérités connues d'où il a tiré ces grandes
 conclusions ? Il ne pouvoit ni en savoir , ni en prévoir plus
 que les astronomes. Aristarque , Eratosthenes , Hypparque , qui
 ont précédé Sénèque , Ptolémée qui l'a suivi , n'ont pas même
 daigné parler des comètes. Mais ce qui décide entièrement la
 question , c'est que l'opinion de Sénèque n'est que celle des
 Chaldéens ; Sénèque a répété exactement ce que Diodore de
 Sicile a dit de ces anciens peuples. Ce sont les mêmes idées ,
 étendues par l'esprit philosophique & embellies par l'éloquence.
 Hypparque n'a-t-il pas dû être instruit comme Sénèque de
 cette opinion des Chaldéens ? Mais alors sur une matière
 purement astronomique , si l'on veut prononcer avec équité
 entre l'astronome & le philosophe , qui est-ce qui se décidera
 pour le philosophe ? N'est-il pas évident que cette vérité de
 la permanence du mouvement des comètes & de leurs retours
 n'étoit établie chez les Chaldéens que comme une opinion :

R ij

elle étoit dénuée d'observations ; Hypparque & Ptolémée l'ont jugée en astronomes , ils l'ont regardée comme une erreur populaire , ils ne lui ont fait l'honneur , ni de la citer , ni de la combattre. Séneque l'a jugée en philosophe , il l'a saisie parce qu'il l'a trouvée grande , digne d'un monde immense & d'une nature infiniment variée. Il ne s'est point embarrassé si cette opinion étoit fondée sur des autorités , & c'est précisément parce qu'il étoit peu instruit dans ce genre , qu'il n'a pas hésité de l'adopter. Séneque mérite sans doute les mêmes éloges que tant d'autres philosophes Grecs , qui avoient eu le bon esprit de s'approprier les opinions anciennes ; mais il n'a annoncé à l'avenir , il n'a prédit qu'une découverte déjà faite. Les mêmes vérités se remontrent à la terre , comme les comètes , après de longs intervalles. Si notre siècle s'applaudit avec raison d'avoir placé irrévocablement les comètes au rang des astres durables , d'avoir démontré leurs retours périodiques , un autre siècle a eu la même gloire , & ce siècle n'est point compris dans les vingt-cinq siècles d'observations des Chaldéens. Le silence d'Hypparque sur ces astres singuliers , prouve invinciblement que les Chaldéens ne les avoient point observés. Hypparque ne vit cette vérité que sous le masque du préjugé : elle s'étoit conservée chez les Chaldéens , comme s'est conservée chez nous l'idée de l'influence de la lune sur les intempéries des saisons , sur les productions de la terre , & sur l'économie animale ; idée long-tems abandonnée au peuple , & que les philosophes examineront un jour. Croit-on que cette idée soit le fruit des remarques de nos ancêtres ignorans ? Non , nous l'avons dit , le peuple , vain dans son imbecillité , ne se soumet point aux astres ; il croit qu'ils ont été créés seulement pour l'éclairer. Ces vieilles croyances sont parmi nous - mêmes les débris des connoissances anciennes ,

ce sont les restes de l'astrologie naturelle, cultivée & fondée en Asie sur des siècles d'observations. Les principes en ont été recueillis par les Arabes, & apportés par eux en Europe. Quelques-uns de nos savans qui commencent à admettre l'action de la lune sur l'atmosphère, & même sur le corps humain, ont traité long-tems cette opinion comme Hypparque traita celle de la durée & du retour des comètes. Les Chaldéens eux-mêmes conservoient cette dernière opinion, sans trop y croire ; leurs écoles étoient divisées sur ce point. Si c'eût été un point de doctrine, que les comètes étoient des astres durables, ils les auroient observés, ils auroient tenu registre de leurs apparitions.

Or nous demandons si l'on peut être conduit à cette idée, autrement que par le résultat des observations ? Hevelius & tout ce que nous avons eu d'astronomes en Europe, jusqu'à la fin du siècle dernier, le grand Cassini lui-même dans sa jeunesse, ont regardé les comètes comme des météores ; & l'on voudroit que les Chaldéens, qui, tout observateurs qu'ils étoient, n'ont jamais eu que des idées vagues, grossières sur la nature des astres & sur le système du monde se soient élevés d'eux-mêmes & comme par inspiration à cette idée ! Cela ne nous paroît nullement vraisemblable ; les astronomes en jugeront comme nous. Au contraire, cette opinion conservée est une preuve de la science primitive & détruite ; elle concourt à établir ce grand résultat de toute l'histoire de l'astronomie ancienne. Sénèque a rappelé cette opinion au nombre des vérités ; mais, malgré l'autorité & l'éloquence de ce philosophe, il a fallu qu'il s'écoulât dix-sept siècles ; il a fallu que Halley prédît le retour d'une comète, que ce retour fût annoncé par Clairaut dans des bornes beaucoup plus resserrées, & que l'événement vérifiât leurs annonces hardies, pour que cette vérité reçût ses titres des mains des astronomes. Les Chaldéens

n'étoient pas au niveau de nos lumières ; concluons donc qu'ils avoient derrière eux des hommes plus habiles.

§. XLVI.

LE tems qui précède Ptolémée est encore rempli par quelques astronomes ; Agrippa , Ménélaius observerent des occultations d'étoile par la lune, dans la Bithinie & à Rome ; le vieux Théon de Smyrne fleurit au commencement du second siècle. L'Empereur Claude prédisoit lui-même les éclipses. C'étoit alors le *nec plus ultra* de la science. Il faut avouer que l'astrologie avoit à Rome plus de crédit que la véritable astronomie. On en peut conclure que les Romains étoient fort ignorans , du moins dans cette science.

Cependant on trouve dans Geminus une ligne de démarcation bien décidée entre l'astronomie & l'astrologie (a). Cet astronôme regarde l'une comme une science dont les prédictions sont infaillibles , au lieu que les annonces de l'autre sont souvent trompeuses. L'une est fondée sur des regles sûres , l'autre est abandonnée à une observation incertaine. Ce chapitre de Geminus est curieux , parce qu'il nous apprend quelle étoit l'opinion des philosophes sur les prédictions de l'astrologie , même naturelle. Il regarde comme des imbécilles ceux qui pensent que le lever & le coucher des étoiles sont les causes des vents , des pluies & des autres changemens de l'atmosphère. Les exhalaisons, les vapeurs de la terre ne s'élèvent point au-delà de la région des nuées , qui est inférieure aux plus hautes montagnes. Les étoiles sont à une distance énorme , & par conséquent nulle force , nulle influence ne peut venir d'elles jusqu'à nous. Geminus établit que les vicissitudes & les intem-

(a) In *Uranologion* ; chap. XIV , p. 55.

péries des saisons naissent du soleil & de la lune. Le soleil décrit chaque jour à peu près un degré de l'écliptique. On a remarqué avec soin tous les changemens qui arrivoient chaque jour, & qui par conséquent répondoient à un degré de l'écliptique ; mais comme ce degré, où est le soleil, n'est pas visible, on a remarqué quelles étoiles se levoient, ou se couchoient le même jour, & on a lié les prédictions correspondantes à ces phénomènes. Ainsi ces changemens sont les signes & non les causes du changement de l'atmosphère ; ainsi les influences des astres étoient regardées comme chimériques dès le tems de Geminus. Cet astronôme confirme ici ce que nous avons dit dans le discours sur l'astrologie.

Geminus ajoute que ces prédictions n'étoient point générales & devoient être particulières à chaque climat ; en sorte que le lever d'un astre, qui présage ici la pluie, annonce ailleurs la sécheresse. Ce n'est donc point un effet de l'influence des astres, qui seroit le même pour toute la terre. Comme on répétoit souvent les observations météorologiques sur lesquelles on avoit fondé les calendriers rustiques, on s'aperçut que les vents & les pluies ne revenoient pas aux mêmes jours ; & Geminus avertit que les effets, annoncés par les phénomènes des astres, précédent ou suivent de quelques jours leur apparition. C'étoit l'effet du mouvement des étoiles que Geminus ne paroît pas avoir connu. On doit donc, continue Geminus, excuser les astrologues lorsqu'ils se trompent ; ce n'est point la faute de l'art, mais celle des observations incertaines sur lesquelles sont établies les prédictions. C'est pourquoi on a imaginé d'avoir recours à différens effets naturels, comme Aratus l'explique à la fin de son poëme. On a fait des prédictions au moyen du cercle qu'on voit autour de la lune, des étoiles tombantes, du vol des oiseaux, &c. Geminus auroit

dû voir que la plupart de ces signes n'ont pas plus de rapport que les étoiles aux choses qu'on vouloit leur faire annoncer. Ces signes sont absolument les effets de ce qu'on nomme *hasard*, c'est-à-dire, d'un enchaînement de causes si compliquées, que l'éternel fabricant de l'univers peut seul en appercevoir la liaison & l'influence éloignée. Le lever ou le coucher des étoiles est du moins périodique & réglé, comme doivent l'être les intempéries des saisons, quoiqu'on ignore la période de leurs retours.

§. XLVII.

Ce long passage de Geminus prouve que si les philosophes étoient plus éclairés que le peuple sur l'astrologie, ils n'étoient pourtant pas absolument dégagés de ses erreurs ; mais ce qui est remarquable, c'est que, tandis que le peuple croyoit aux influences, comme plus sensibles & plus faciles à concevoir, les philosophes, Geminus, Seneque, pensoient (a) que les intempéries des saisons & les événemens de la vie pouvoient être annoncés par les phénomènes célestes & par certains effets naturels. Ces phénomènes n'étoient que des signes contingens ; ils ne devenoient des annonces que par une correspondance nécessaire entre tous les événemens du monde. C'est parce que tout sembloit lié, qu'on croyoit que tout pouvoit être prédit. Les principes de Geminus nous ramènent à l'idée que nous avons établie dans le discours sur l'astrologie ; cette idée en est la conclusion naturelle. Des causes occultes & mécaniques fondonnent l'astrologie du peuple : le système qui ne voit dans l'univers qu'un être animé, vivant & se mouvant dans toutes ses parties ; le système qui produit tout par des

(a) Geminus, in *Uranol. C.* XIV. p. 55.

Seneque, de *Consol. ad Marciam*, c. 18.

mouvemens

mouvements successifs & nécessaires ; le matérialisme , en un mot , est la base & la source de l'astrologie philosophique.

§. XLVIII.

CICÉRON a beau dire que plusieurs astronomes célèbres de son tems déposeroient de la fausseté de cet art (a) ; ces astronomes célèbres , Archelaüs , Cassandre , Scylax d'Halicarnasse , & Pancetius , sont peu connus ; leur témoignage ne peut balancer celui de Geminus. On peut en inférer que Cicéron se moquoit de l'astrologie comme il railloit les Augures. Mais le peuple étoit entièrement livré au prestige de cette science prétendue , & on peut s'assurer même que les bons esprits étoient partagés , quand on voit que Sénèque y croyoit , & que Cicéron avoit pour amis les deux astrologues les plus fameux de son tems , L. Taruntius Firmanus , & P. Nigidius Figulus.

Les astrologues se propoisoient non seulement de découvrir par l'inspection des astres , au moment de la naissance d'un homme , tous les événemens de sa vie , mais encore le problème inverse de déterminer l'instant de la naissance par l'examen des événemens de la vie. Cette manière de procéder prouve bien que l'astrologie étoit fille d'une science réelle , puisqu'elle en conservoit la marche dans ses égaremens. Les astrologues cherchoient sans doute par leurs règles trompeuses quels aspects avoient entraîné telle destinée , & ensuite ils calculoient par l'astronomie le jour & l'instant , où ces aspects avoient eu lieu. Plutarque (b) raconte que Varron demanda à Firmanus de calculer le jour de la naissance de Romulus par les faits de sa vie , consignés dans l'histoire ou dans la tradition

(a) *De Divinat.* II , 42.

(b) *Romulus* , §. 6.

romaine. L'astrologue prononça hardiment qu'il avoit été conçu la première année de la seconde olympiade, vers les trois heures, le vingt-troisième jour du mois que les Egyptiens nomment Chœac, c'est-à-dire, le 23 Décembre; qu'il étoit né au soleil levant le 21 du mois de Thot ou de Septembre suivant. Il détermina de plus que Rome avoit été fondée par Romulus le neuvième jour du mois Pharmuti, ou d'Avril. Les villes avoient, comme les hommes, leurs horoscopes, & l'instant de leur fondation pouvoit faire connoître & leur durée & leur destinée. Nous avons rapporté ce trait pour montrer l'esprit du tems, & par les mêmes raisons que Plutarque, nous dirons comme lui : » ces choses & autres semblables » plairont à l'aventure plus aux lecteurs, pour leur nouveauté » & curiosité, qu'elles les offenseront pour leur fausseté ». Cicéron (a) dit aussi que, selon Firmanus, Rome avoit été fondée lorsque la lune étoit dans le signe de la Balance, & qu'en conséquence il n'hésitoit pas d'en prédire la fortune. Mais au tems de César & d'Auguste, cela pouvoit s'appeler prédire après l'événement.

§. XLIX.

NIGIDIUS avoit du savoir & de la réputation comme astronome, en même tems qu'il étoit astrologue. Au reste, il faut dire que cette réputation, à Rome où l'on étoit peu instruit, ne signifioit pas grand'chose. On donne une origine singulière & assez puérile au surnom de Figulus qu'il portoit. On prétend que sur l'objection de deux jumeaux, qui nés dans le même tems, subissent cependant des fortunes très-différentes, il répondit que la rapidité du mouvement du ciel étoit telle.

(a) *De Divinat. Lib. II, §. 47.*

que le plus petit intervalle de tems suffisoit pour en changer les apparences. Il en voulut donner une idée, en faisant tourner rapidement la roue d'un potier ; on y fit au même instant deux marques consécutives , & on crut qu'elles étoient imprimées au même endroit de la roue ; mais lorsqu'elle fut en repos , il montra que les marques étoient fort éloignées l'une de l'autre. C'est pourquoi on le surnomma *le Potier* (a). Nous rapportons cette histoire , non comme une étimologie digne de confiance , mais pour montrer la maniere dont les astrologues se défendoient.

Nigidius est encore fameux pour avoir prédit à Octave , pere d'Auguste , le jour de la naissance de son fils , que cet enfant seroit un jour le maître des Romains (b). On fait comment ces prédictions s'ajustent aux événemens , quand ils sont arrivés. Lucain (c) le compte au nombre de ceux qui présagerent les maux futurs du peuple Romain , à la veille de la rupture entre César & Pompée ; prédiction assez aisée au moment d'une guerre civile , & lorsque les deux moitiés du monde alloient se heurter l'une contre l'autre. Nigidius fut accusé de magie ; mais s'il mourut en exil , ce ne fut point pour cette cause ; il avoit embrassé le parti de Pompée , & n'osoit revenir à Rome , où celui de César dominoit (d). Cette accusation de magie doit être rangée au nombre des inepties dont on charge la mémoire des gens qui ont eu quelque célébrité. Pour un homme , qui méritoit sans doute sa réputation , qui d'ailleurs étoit ami de Cicéron , c'étoit bien assez d'être astrologue.

§. L.

LES loix sévirent cependant contre les astrologues dès le

(a) Bayle , art. Nigidius , Rem. G.

(b) *Ibid.* Rem. E.

(c) Pharf. *Lib. I* , v. 639.

(d) Bayle , art. Nigidius , Rem. E.

premier siècle de l'ère chrétienne, ils furent chassés de Rome. Mais tandis que l'autorité publique les bannissoit de la ville, ils y étoient retenus par la foiblesse & la crédulité des particuliers. Ils continuèrent d'y exercer en secret ce métier dangereux pour eux, & funeste pour les peuples. Quelques Princes les favorisèrent, Tibère en eut toujours un auprès de lui. Il faisoit tirer l'horoscope de tous ceux qu'il craignoit, & si l'astre annonçoit en eux de l'ambition, ou quelque prétention à l'Empire, ils étoient mis à mort (a). L'astrologue devoit être en grand crédit par cet office redoutable; il étoit dangereux d'être l'ennemi d'un homme, qui faisoit rendre aux étoiles des sentences de mort.

Ces astrologues n'avoient été connus pendant long-tems que sous le nom de Chaldéens; quand ils eurent plus de crédit, ils s'appuyèrent du titre de mathématiciens. Ils avilirent ce nom sans relever leur profession; car l'ignorance du plus grand nombre de ces imposteurs les rendoit tout-à-fait ridicules.

M. Weidler (b) remarque qu'il est extraordinaire que dans les plus beaux siècles de Rome, où florissoient la poésie, l'éloquence, la philosophie & la jurisprudence, l'astronomie n'y fût point, ou presque point cultivée. Les jeunes gens qu'on envoyoit dans la Grèce s'instruire à la source des sciences & des belles-lettres, ne daignèrent point s'instruire de cette partie intéressante des mathématiques. Il pense que cela vient du mépris & de l'horreur qu'on avoit à Rome pour l'astrologie. L'astronomie partagea injustement l'aversion qu'on avoit pour sa sœur. Elles étoient tellement liées, qu'il étoit probable que les esprits recevroient en même tems les vérités de l'une & les erreurs de l'autre. Cette cause est vraisemblable; mais

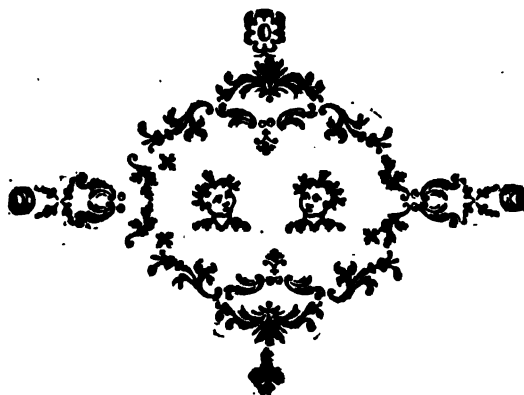
(a) Suetone, de Tibère.

(b) Hist. Astr. p. 164.

elle n'a pas lieu pour la géométrie & la mécanique ; & nous ne voyons pas que les Romains y aient fait plus de progrès. D'ailleurs nous avons montré que le mépris de l'astrologie n'étoit pas si général à Rome. On trouve une cause plus naturelle, dans le terme du développement de l'esprit humain, où les Romains se sont arrêtés. L'imagination regne la première ; les arts qu'elle crée & qu'elle rend agréables, la poésie, l'éloquence enchantent & fixent les esprits ; il faut que le prestige se dissipe avant de voir naître le goût des vérités solides : les sciences exactes sont les dernières cultivées. Les Romains n'eurent pas le loisir de parcourir ces différentes époques du développement de l'esprit humain. Toujours occupés de guerres ou d'intrigues ; unis pour conquérir la terre, ou divisés pour la partager ; livrés sans cesse aux affaires de la république, tourmentés du choix ou de l'expulsion des tyrans, ils ne connurent jamais ce repos de l'état, ou cette inaction des esprits, dont alors toute l'activité se porte à l'attrait des sciences. On cultiva l'éloquence tant qu'elle conduisit aux dignités. Mais un particulier qui eût cherché la gloire, dans la carrière des sciences, ne l'auroit point trouvée : ses concitoyens ne l'auroient pas seulement remarqué. Voilà ce qui regarde les sciences en général ; mais on peut dire encore que celles qui sont fondées sur l'observation & l'expérience, qui par conséquent demandent des dépenses & des travaux suivis, comme l'étude du ciel, n'ont jamais fait beaucoup de progrès dans les républiques. Leur utilité, qui dépend presque toujours de leur perfection, est trop éloignée pour frapper la multitude. Ce ne peut être le goût général ; c'est le goût d'un particulier. Dans une république, cet homme n'a de ressources que ses efforts & ses moyens ; il chemine lentement, & meurt sans inspirer le désir de l'imiter. Mais dans une monarchie, quand cet homme est

Roi, le goût du Prince devient le goût du peuple ; les dépenses royales appellent l'homme de génie, & l'impulsion donnée à la nation, lui prépare des successeurs. C'est ce qui est arrivé en Chaldée, où il y avoit un college fondé, en Egypte sous les Ptolémée, en Italie du tems de Léon X & des Médicis, en France aux beaux jours de Louis XIV. Mais ces sciences ne pouvoient faire aucun progrès ni dans la Grece, ni à Rome, ni à Carthage.

Nous reprendrons le fil des travaux de l'école d'Alexandrie, en parlant de Ptolémée l'astronôme, après avoir réuni dans le livre suivant les entreprises des anciens pour la mesure de la terre.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE QUATRIÈME.

De la Mesure de la terre par les Anciens , & de leurs Mesures itinéraires.

§. PREMIER.

UNE des plus belles entreprises de l'esprit humain est celle de la mesure de la terre, de ce globe où l'homme occupe un si petit espace ! Il ne peut cependant connoître que l'étendue qu'il peut parcourir ; il n'a d'échelle & de module que ses dimensions individuelles : ses pas répétés ont mesuré l'espace, & lui ont fourni les premières mesures, le pied & le pas ; la coudée est la longueur de l'avant-bras, & la toise n'est que la hauteur de sa propre stature. Que sont ces petites mesures en comparaison de la vaste circonférence du globe ! Mais l'homme ne s'est point étonné de sa petitesse ; son ambition lui a fait trouver des ressources dans son intelligence :

il a accumulé les petites mesures pour embrasser les plus grandes, & il s'est fait l'unité, à laquelle il a rapporté toutes les parties de l'univers. Mesurer le monde en toises ou en coudées, c'est donc estimer combien il faudroit d'hommes couchés de suite pour couvrir un grand cercle du globe, ou combien de fois il faudroit répéter la longueur de l'avant-bras pour remplir le même contour. Mais une application successive de son individu eût été fatigante & impraticable pour l'homme; il a suppléé à cette application par celle des cordes, des chaînes, qui étoient des multiples de la toise & de la coudée: il a réuni plusieurs de ces multiples, pour former les stades, les milles, les parasanges, les lieues, & il a entrepris de mesurer de plus grands espaces. Ce n'étoit encore rien pour la terre, s'il eût été nécessaire que l'homme se fût transporté lui-même pour en suivre la circonférence; les précipices, les mers, les climats inhabitables auroient arrêté sa course; il a fallu inventer le moyen de se transporter en esprit, & d'assigner le rapport d'une petite partie mesurée au tout qu'on vouloit connoître. L'homme a trouvé dans l'astronomie, dans la correspondance du ciel & de la terre, la méthode de mesurer le monde, sans abandonner sa patrie, & presque sans sortir de ses foyers. Il a vu que la voûte céleste étoit absolument semblable à la surface sphérique du globe; il a mesuré en même tems un degré du ciel, & l'espace correspondant sur la terre; & il est parvenu à déterminer les dimensions de sa demeure.

§. I L

VOILA ce qu'Eratosthenes a tenté 300 ans avant notre ère, & ce qui a été exécuté avec la plus grande précision par les François dans le siècle dernier. La gloire de cette entreprise & le succès de l'exécution ont été justement célébrés, mais
on

on a dit , & on a dû croire que nous avions surpassé les anciens ; c'est ce que nous allons examiner.

Outre la mesure d'Eratosthenes , qui est de 250000 stades ; l'antiquité nous en a conservé quatre autres : l'une qui est rapportée par Ptolémée , donne à la circonférence de la terre 180000 stades (a) ; l'autre de Possidonius en contient 240000 (b) ; une troisième de 300000 stades est citée par Cléomède (c) ; & la quatrième de 400000 stades est due , selon Aristote (d) , aux anciens mathématiciens. Il est d'abord évident que ces stades ne sont pas les mêmes. Les moyens les plus grossiers ne sont point susceptibles des erreurs qu'il faudroit supposer. En mesurant une étendue quelconque , on ne peut se tromper du simple au double. Au commencement du siècle dernier , avant nos mesures exactes de la terre , Fernel (e) voyageant dans une chaise , & estimant par le tems le nombre des tours de roue , a évalué le degré à 56746 toises , & n'a commis qu'une erreur de 326 toises. Quoiqu'il y ait sans doute un peu de hasard dans cette exactitude , les anciens pouvoient employer des méthodes semblables. Vitruve (f) nous apprend qu'on connoissoit de son tems une machine pour mesurer l'espace parcouru en voiture ; c'est un moyen de précision qui manquoit à Fernel ; & si avec ce secours , les anciens n'avoient pas été si heureux que lui , du moins ils ne se seroient pas trompés de plus du double au simple. Les Chaldéens même , qui semblent avoir déterminé la longueur du degré par le pas d'un homme , ne se sont écartés de la vérité que d'environ un dixième (g). Des

(a) Geog. I, c. 7, 10, 12. L. VII, c. 5.

(b) Cléomède, *Cyclic. Theor.* L. I, c. 10.

(c) *Ibid.* c. 11.

Archimede, in *Arenario*.

(d) *Libr. II de Cælo*.

(e) Acad. des Sc. Tom. VII, P. I, p. 51

(f) *Architec. Lib. X*, c. 14.

(g) *Hist de l'Astron. anc.* p. 147.

stades différens dans l'antiquité, ne doivent pas plus étonner que les milles d'Angleterre, d'Allemagne & d'Italie qui différent tous les uns des autres. On n'a rien de bien précis sur ces stades, parce qu'on a voulu trouver leurs valeurs dans les mesures des Grecs & des Romains. On cherchoit des traits originaux dans des copies défigurées; les Grecs & les Romains sont modernes. C'est dans l'Égypte, & sur-tout dans l'Asie, qu'il faut aller puiser l'esprit de tout ce qui est antique; c'est là que les institutions primitives, ou du moins très-anciennes, ont souffert le moins d'altération.

§. III.

LES Perses & les Arabes avoient deux coudées, l'une subdivisée en 24 doigts, & l'autre en 32 (a); ces deux coudées étoient donc dans le rapport de 3 à 4 : sur le nilometre du Caire, où se mesurent les accroissemens du Nil, on trouve aujourd'hui une coudée; laquelle mesurée avec précision, est de 20 pouces $\frac{144}{1000}$ de notre pied de Roi (b). Le savant Freret a montré que cette coudée n'avoit point changé depuis un grand nombre de siècles, & qu'elle remontoit en Égypte au-delà de Sésostris (c). Voilà donc une ancienne mesure. A l'égard des stades, le mieux connu, le mieux établi, est le stade alexandrin. M. le Roy, de l'Académie des Inscriptions & Belles-Lettres, en a déterminé l'étendue de $114 \frac{4}{5}$ toises dans son bel ouvrage des ruines de la Grece; il a soupçonné que ce stade étoit celui dont on s'est servi pour mesurer la terre; & en l'appliquant aux 180000 stades de Ptolémée, M. le Roy trouve une détermination très-exacte de la circonférence de

(a) *Golius ad Alfargan*, p. 74.(b) M. le Roy, *Ruines de la Grece*, p. 54.(c) *Mémoires de l'Acad. des Inscriptions*, Tome XXIV, p. 465.

la terre (a). Mais cette exactitude même a fourni des armes pour combattre son opinion ; & comme si nous étions toujours en état de juger les anciens, on lui a objecté qu'ils n'avoient pu atteindre à cette exactitude. Ce que M. le Roy a soupçonné est cependant une vérité. Nous allons le démontrer.

Ptolémée donne à la circonférence de la terre 180000 stades ; il paroît que Marin de Tyr géographe à peu près contemporain de Ptolémée, lui donnoit la même étendue (b). Comme ils ne se disent point les auteurs de cette mesure, nous avons droit de croire qu'elle est plus ancienne qu'eux. En en parlant ici, nous n'anticipons point sur l'ordre des tems. Abulfeda, qui pouvoit avoir sur Ptolémée des notions qui sont perdues, nous apprend que, suivant cet astronôme, le degré contenoit $66\frac{2}{3}$ milles (c), sans que ni les uns ni les autres aient spécifié la valeur de ces stades, non plus que de ces milles.

Nous avons trouvé dans un ouvrage astronomique de Shah Cholgius, traduit & publié à Londres par Gréaves en 1652 (d), que la circonférence de la terre est de 8000 parasanges ; chaque parasange étant de 3 milles, chaque mille de 3000 coudées, chaque coudée de 32 doigts (e). Or les Persans modernes ont tout pris de Ptolémée. Tous les élémens de l'ouvrage de Shah Cholgius sont copiés de l'Almageste. On ne trouve nulle part que les Persans aient mesuré la circonférence de la terre. Une pareille opération n'est cependant point de celles qu'on

(a) M. le Roy, Ruines de la Grece, p. 55.

(b) Ptolémée, *Geog. Lib. I, c. 8.*

Riccioli, *Almag. T. I, p. XL.*

(c) Abulfeda, *Geog. in Proleg.*

(d) p. 95.

(e) L'auteur se sert du mot *aune* au lieu de celui de coudée. Mais il est clair qu'il

confond l'aune avec la coudée ; 1°. parce que la division est la même ; 2°. parce que nous voyons que Proclus en fait autant ; car dans ses *Hypothèses*, p. 397, il dit que le dioptra d'Hypparque est de quatre aunes ; & p. 398, il dit qu'il ne devoit pas être moindre de quatre coudées.

laissé dans l'oubli ; on s'en vante , on en fait honneur à sa nation , on en veut faire passer les détails à la postérité. Puisqu'on ne trouve rien de tel dans l'ouvrage cité , puisqu'il est copié de Ptolémée , nous avons droit de conclure que la mesure de la terre qu'il rapporte , est en effet celle de Ptolémée. Alors en égalant ces deux mesures , en établissant que 8000 parasanges étoient égales à 180000 stades , on aura $22\frac{1}{2}$ stades pour chaque parasange , & $7\frac{1}{2}$ stades pour le mille. D'où l'on déduit $66\frac{2}{3}$ milles pour le degré de 500 stades , ce qui est déjà conforme au rapport d'Abulfeda (a). Si l'on suppose que ces stades sont des stades alexandrins , semblables à ceux qu'a déterminés M. le Roy , on en déduit la valeur de la parasange de 2568 toises (b) ; le mille de 856 toises , & la coudée de $20\frac{144}{1000}$ pouds , précisément égale , & sans la moindre différence , à celle qui a été mesurée sur le nilometre du Caire. Cette rencontre singulière & heureuse ne peut être l'effet du hasard. Il en résulte 1°. que la détermination de la circonférence , rapportée par les Persans , est la même que celle de Ptolémée : 2°. que la valeur du stade alexandrin , fixée par M. le Roy , est très-exacte : 3°. que les Persans & les Egyptiens avoient des mesures communes dont la base étoit la grande coudée.

(a) Alhasen se joint ici à Abulfeda. Cet Arabe dit que la circonférence de la terre contient 24000 milles. (*De crepusculis*, c. 6). Il n'avoit point en vue la mesure de la terre par les Arabes ; car Alfergam dit expressément (*Elem. d'Astr.* p. 31 ,) que la circonférence n'en contenoit que 20400 , au lieu que Ptolémée , suivant Abulfeda , comptoit $66\frac{2}{3}$ milles pour un degré ; ce qui fait

24000 milles pour la circonférence entière.

(b) Cette parasange de 2568 toises , qui contient 3 milles , nous paroît être l'origine de nos lieues , qui sont assez généralement de 3 milles. Les lieues de 25 au degré peuvent venir aussi de la même source. Lorsque le degré étoit évalué dans la Chaldée à 62525 toises (*Hist. de l'Astr. anc.* p. 147) , il contenoit à peu près 25 parasanges.

§. I V.

Nous ne nous occuperons point dans ce moment de la précision de cette mesure de la terre : nous passons à la mesure de Possidonius de 240000 stades. Plusieurs auteurs ont insinué qu'elle pouvoit être la même que celle de Ptolémée (a). Nous en avons encore trouvé la démonstration. Hérodote nous apprend que la paraſange contenoit 30 stades (b) ; & en partant de la valeur de la paraſange que nous venons de fixer , ce stade étoit de 85 toises 3 pieds 7 pouces $\frac{2}{10}$. Ce stade est celui qu'Eratosthenes employa pour la mesure de la terre (c). Il est au grand stade égyptien, ou alexandrin, dans le rapport de 3 à 4. Un rapport si exact est déjà assez singulier. Mais ce qui est très-remarquable, c'est que ces stades sont dans le rapport de la coudée ordinaire à la grande coudée, de la coudée de 24 doigts à la coudée de 32 : d'où il est clair que ces deux stades ont été formés de ces coudées mêmes ; & comme ils sont exactement dans le rapport des deux mesures de la terre de Ptolémée & de Possidonius, de 180000 & de 240000 stades, on en peut conclure que c'étoit une seule & unique mesure sous deux expressions, qui ne diffèrent que par l'espece des stades.

§. V.

CETTE identité, suivant toutes les regles de vraisemblance & de probabilité, nous a paru devoir s'étendre aux deux autres mesures, citées par Cléomède & par Aristote. En effet ces quatre déterminations ont entr'elles des rapports exacts ; & il est aisé de sentir que des mesures, prises séparément, affectées

(a) Eclairc. Liv. III, §. 2.

(b) Lib. II & Lib. V.

(c) Eclairc. Liv. I, §. 17, & Liv. III, §. 2 & 6.

d'erreurs différentes, ne sont point susceptibles de ces rapports exacts, qui ne peuvent naître que du rapport des stades dont ces mesures sont composées. Cela est de toute probabilité ; mais il vaut mieux suivre l'ordre des preuves que celui de nos idées.

En consultant les Mémoires des Académies des Belles-Lettres & des Sciences, nous avons trouvé dans les savans ouvrages de M.M. Cassini, Delisle, Freret, d'Anville & autres (a), quatre stades : savoir ; le stade alexandrin d'environ 114 toises ; un second stade de 85 toises ; & deux autres plus petits, l'un de 68 toises, l'autre de 51 toises ; le tout évalué en nombres ronds (b). Nous avons remarqué que ces quatre stades étoient entr'eux comme les nombres 9, 12, 15, 20 & en même tems que les quatre déterminations de la circonférence de la terre de 400000, de 300000, de 240000, de 180000 stades suivoient cette raison renversée, & étoient entr'elles comme les nombres 20, 15, 12 & 9 : par où l'on arrive à cette conclusion singulière, mais évidente, que les quatre déterminations ne sont qu'une seule & même mesure, rapportée & traduite en stades différens.

Les rapports de ces différentes mesures de la terre fournissent

(a) M. Freret, Mém. de l'Acad. Inscrit. Tome XXIV, p. 504.

M. le préf. de Brosses, *ibid.* T. XXVII,

P. 39.

M. Delisle, Mém. Acad. des Scien. 1721,

P. 56.

M. Cassini, Mém. Acad. des Scien. 1702,

P. 19.

M. Buache, Mém. Acad. des Scien. 1731,

P. 119.

M. d'Anville, Mesures itinéraires, page 147.

M. le Roy, Ruines de la Grèce, p. 54.

(b) Voici ces quatre stades tels que nous

les avons déterminés par leurs rapports avec le stade alexandrin.

114 ^t	0 ^p	9 ^{pces}	60
85	3	7	20
68	2	10	56
51	1	1	92

M. Cassini & M. Freret, par différentes mesures géographiques, ont déterminé, l'un, M. Freret, un stade de 83^t. 0^p. 7^p. 4^l. 3 l'autre, M. Cassini, un stade de 85^t. M. Freret détermine les deux autres de 68^t. 3^p. 5^p. 4^l. & de 51^t. 2^p. 6^p. 11^l. On voit que les stades que nous proposons sont les mêmes que ceux de ces académiciens.

un moyen de fixer la vraie valeur des stades, évalués dans les ouvrages des savans académiciens cités; avec cette différence que leur méthode de les déterminer, par les mesures géographiques des anciens, n'a pu leur donner qu'une approximation & des à peu près; au lieu que notre méthode des rapports, d'où il sort des résultats infiniment peu différens des leurs, établir une valeur absolue & annonce une exactitude rigoureuse.

§. V I.

NOUS avons fixé la parasange à 2568 toises. Le grand schœne égyptien de 60 stades (a) étoit le double de la parasange, & conséquemment de 5136 toises. Il est déjà assez singulier de trouver des mesures communes chez les Egyptiens, les Chaldéens & les Perses. Les Egyptiens & les Chaldéens, toujours rivaux, souvent ennemis; les Egyptiens, jaloux des Perses, au point de faire jurer à leurs Rois de ne jamais introduire aucune coutume étrangere, ne devoient pas être portés à adopter les mesures de leurs voisins. Mais ce n'est pas tout; il résulte des mesures géographiques, prises dans l'Inde, que le coss, espece de mesure indienne, est d'environ 1285 toises, & que le gau, autre mesure indienne, est d'environ 5139 toises (b). Pietro della Valle (c) dit en même tems que l'une de ces mesures est la moitié, & l'autre le double de la parasange. Elles sont effectivement la moitié & le double de la parasange que nous avons déterminée.

M. d'Anville a conclu d'anciennes mesures géographiques, faites dans la Tartarie, plusieurs siècles avant notre ère, que le degré terrestre répondoit à 445 lys chinois (d); le ly con-

(a) Herod., *loco citato*.

(b) *Eclairc.* Liv. III, §. 17.

(c) *Voyez son Voyage.*

(d) *Mémoires* itin. p. 167.

tient 1800 coudées, & l'ancienne coudée chinoise 8 doigts. Cette petite mesure, qui a déjà le même nom & les mêmes subdivisions, paroît être le quart de la coudée du Caire & de Babylone; & en supposant qu'elle l'étoit réellement, on trouve le ly de 128 toises quatre pieds; & le degré semblable à celui qui est indiqué par Aristote, en contenoit précisément $444\frac{1}{2}$. Ce résultat porte à croire que la coudée des Chinois, leur mesure fondamentale, étoit en effet le quart de la coudée de Babylone. Il y avoit donc anciennement dans toute l'Asie une identité de mesures, indice d'une source commune & d'un même esprit; mais ce qui n'est pas moins remarquable, c'est la proportion que suivent ces mesures, & l'enchaînement qu'elles présentent.

On trouve d'abord la coudée de $20\frac{1}{1000}$ pouces; puis deux petites mesures, l'une de six, l'autre de dix coudées. Ensuite ce sont des mesures plus longues: le schoene persien de 60 coudées; un premier stade, triple du schoene persien, & de 180 coudées; un second stade de 240; un troisième de 300; enfin le quatrième stade, le stade alexandrin de 400. Les grandes mesures sont le mille persien de 3000 coudées, le coss indien de 4500, la parasange persanne de 9000, & le gau indien, identique au schoene égyptien de 18000 coudées. Nous supprimons ici les détails, mais les mesures plus modernes, le stade grec, les milles arabe, hébreu, le pied philétérien, les pieds grec & romain, dérivent facilement de la même source, c'est-à-dire, de la coudée. Toutes ces mesures sont, comme on le voit, des parties aliquotes les unes des autres; elles sont enchaînées par des rapports exacts & déterminés; elles ont toutes pour base la grande coudée de $20\frac{1}{2}$ pouces.

§. VII.

S. VII.

CE système général est un tableau neuf & singulier. On est étonné de voir que dans ces mesures, qui se suivent, qui dérivent les unes des autres, les unes appartiennent à la Perse, les autres à l'Egypte, quelques-unes ne se trouvent que dans l'Inde; rien ne caractérise plus les débris que nous avons tant de fois reconnus & annoncés. C'est ce système général, dont les parties sont dispersées, que nous avons indiqué dans l'histoire de l'astronomie ancienne, comme une forte preuve d'un peuple antérieur & instituteur des peuples qui l'ont suivi.

Pensera-t-on que ces mesures ont été communiquées dans les époques connues de l'histoire? Comment admettre ces communications, quand on voit l'Asie aujourd'hui, & depuis long-tems s'interdire toutes communications; & comment les admettre dans des tems plus reculés, aux époques de la fondation des empires, lorsque la terre inculte & sauvage n'avoit point été travaillée par la main des hommes, lorsque les nouvelles nations étoient isolées, ignorantes & féroces, lorsqu'enfin les hommes, encore brutes & sans institutions, n'avoient rien à échanger dans une misère commune? Foibles d'abord, en petit nombre, leur premier soin fut de s'écarter pour la facilité des subsistances, & de s'isoler pour éviter la guerre. L'Asie nous révèle le caractère ancien & primitif de l'homme. Il semble avoir craint son espèce plus que toutes les autres; concentré dans sa famille, dans sa nation, le reste de la nature ne lui offroit que des ennemis. Cette crainte s'est perpétuée, elle est devenue l'esprit universel & invincible de l'Asie (a). L'espèce humaine, en vieillissant sur la

(a) Voyez sur la difficulté des communications, la V^e de nos Lettres à M. de Voltaire.

terre, est arrivée enfin à se familiariser avec elle-même ; sa perfectibilité a produit ces sentimens d'humanité & d'amour, qui tendent à rapprocher tous les hommes, & à ne montrer sur le globe qu'un peuple de freres. Les idées de société générale, de cosmopolisme, sont des idées très-modernes ; aussi sont-elles peu répandues, & n'ont-elles germé que dans les âmes douces & dans les têtes philosophiques. D'ailleurs que pourroit-on conclure de ces communications ? Jamais elles n'ont été si ouvertes, les peuples si réunis qu'ils le sont aujourd'hui dans l'Europe par le commerce, les arts & les sciences ; cependant les lieues, & en général toutes les mesures de ces peuples sont différentes : elles n'ont point d'unité, à laquelle on puisse également les rapporter ; elles ne présentent point un système, semblable à celui que nous venons de développer ; & ce système est un grand caractère, qui annonce l'unité d'invention. On cherche depuis long-tems, sans avoir pu y réussir, les moyens d'établir en France une mesure commune. Combien ne faudroit-il pas de siècles pour que cette mesure devînt commune à l'Europe entière ! Quelle supériorité n'auroit pas le peuple, de qui les autres recevraient cette mesure !

On n'exige pas que nous détaillions comment ces belles institutions ont été faites, comment leurs débris ont été dispersés. Eloignés de ces révolutions par un long intervalle de tems, nous ne pourrions faire qu'un roman ; nous cherchons à établir des vérités. Peut-être dans les tems, où seulement une petite partie de la terre étoit policée, le reste livré à des peuplades sauvages & brutes, a-t-on vu sortir quelques essaims, quelques colonies, ou même quelques particuliers, qui sont venus apporter l'instruction chez ces nations grossières, comme Fohi à la Chine, Uranus chez les Atlantes, Diemschid à

Persepolis, les Chaldéens à Babylone, & les Brames dans les Indes (a). Nous avons remarqué que presque tous les anciens peuples ont été policés par des étrangers. Cela n'indique-t-il pas un premier peuple, qui s'est policé de lui-même ? Voilà comment les institutions savantes ont pu être transplantées, placées au sein même de la barbarie. L'instruction a dérogé par cette alliance, les inepties, les absurdités se sont associées à des méthodes ingénieuses & à des idées philosophiques ; & l'on trouve chez le même peuple, dans la même ville, les écarts de l'enfance & les résultats de l'âge mûr.

Quoi qu'il en soit de ces possibilités, il nous suffit d'avoir montré que ce système général est l'ouvrage d'un peuple unique. Les anciennes mesures des peuples connus & détruits, les mesures actuelles des peuples orientaux, qui subsistent encore, sont les restes d'un grand tout que nous venons de reconstruire. La coudée, base de toutes les mesures, la première peut-être dont les hommes ont fait usage, s'est conservée sans altération sur le nilometre du Caire ; elle existe encore à Florence sous un autre nom (b), & elle est un monument précieux de la plus haute antiquité.

§. V I I I.

SANS doute cette grande coudée n'est pas dans la proportion de la stature humaine, telle qu'elle est aujourd'hui. Peut-être appartient-elle à une nature plus forte, & cette seule considération semble l'attribuer aux peuples du nord. Elle rappelle ces fables, ou ces antiquités de toutes les nations, qui

(a) Voyez nos Lettres à M. de Voltaire, & particulièrement la VI^e.

(b) Voyage de M. Cassini en Italie. Mém. Acad. Scien. Tome VII, p. 23.

nous peignent les premiers hommes comme une race de géans ; elle s'accorde encore avec la pensée de M. de Buffon , qui voit dans les siècles reculés des hommes plus hauts & plus forts (a). Mais une conjecture plus vraisemblable , c'est qu'on a pu aggrandir la coudée pour la lier à la mesure de la terre. Les anciens ont eu , comme nous , l'idée de rendre leurs mesures invariables , en les prenant dans la nature ; & cette idée , encore sans exécution chez nous , semble avoir été remplie par eux. Lorsque les Orientaux vous parlent de la coudée & de sa subdivision en 24 ou en 32 doigts , ils ont attention de désigner une espèce de grains , & le nombre de ces grains , qui , placés à côté les uns des autres , déterminent l'étendue d'un doigt. Cette méthode est très-défectueuse , si , comme on n'en peut douter , les productions semblables d'un même sol varient en Asie comme en Europe. Nous ne parlons pas du succès , mais de l'objet de la méthode : ce sont des aveugles qui ont perdu le chemin , qui le cherchent ; mais ils se souviennent que leurs ancêtres y ont passé. Les probabilités démontrent que la circonférence de la terre n'eût point contenu si précisément 400000 stades , 8000 parasanges , 72000000 de coudées , si ces mesures itinéraires n'avoient été réglées sur l'étendue de cette circonférence. Il en est de même de notre lieue commune de 2283 toises , qui est contenue neuf mille fois dans le contour d'un grand cercle de la terre , & qui n'auroit pas ce rapport exact , si elle n'avoit pas été évaluée sur le pied de 25 au degré , ou de 9000 pour la circonférence. Mais avec quelle grandeur & quelle étendue les anciens n'avoient-ils pas rempli ce projet ! Outre les quatre stades & la parasange , qui , comme nous l'avons vu , étoient liés à la

(a) Voyez la troisième Lettre à M. de Voltaire.

mesure de la terre, toutes les autres mesures indiquées plus haut y étoient également enfermées par leurs rapports avec les premières. Ainsi les hommes, emportés & renouvelés par le tems, voyant périr comme eux les ouvrages de la nature, tandis que la terre est inébranlable & toujours vivante, ont imaginé de placer dans ses dimensions le type invariable des mesures qu'ils vouloient rendre éternelles. Un être, qui ne vit qu'un moment, a l'ambition de prolonger sa vie par le souvenir, & d'éterniser ses institutions; il veut être utile quand il ne sera plus: cet être est remplacé par d'autres, qui ont les mêmes besoins, les mêmes desirs. Le module des mesures itinéraires a été gravé sur les fondemens de la maison commune, pour instruire les hôtes de tous les siècles. Il suffit encore aujourd'hui de mesurer un degré de la terre, pour retrouver avec exactitude toutes les mesures des anciens, & pour ressusciter le système général qui mérite notre admiration.

§. I X.

Ce système général, cette institution des mesures demandoit que celle de la terre fût exécutée avec précision. Cette précision est encore un résultat des recherches précédentes. Les cinq mesures de la terre que nous avons rapportées, sont identiques; elles doivent avoir eu la même erreur, ou la même exactitude. Celle de 400000 stades, attribuée par Aristote aux anciens mathématiciens, doit être la première; les autres ne sont que des copies, ou des transformations. Mais si l'on admet le système des mesures, leurs rapports, & notre évaluation des stades, à laquelle il nous paroît difficile de se refuser, il faudra convenir que cette mesure de la terre est d'une exactitude surprenante. En y appliquant le plus petit des quatre

stades , il en résulte que le degré contient 57066 toises , à 6 toises près de notre exactitude moderne. Nous l'avons dit (a), cette mesure , précisément parce qu'elle est très-exacte , n'est point l'ouvrage des Grecs , qui ont précédé Aristote. D'ailleurs Aristote n'en nomme point les auteurs , il n'en fait point honneur à sa patrie ; c'est une forte preuve que les Grecs n'y avoient aucun droit. Nous ne voyons dans l'Asie aucune des anciennes nations à qui elle puisse appartenir. Les Chaldéens ont mesuré la longueur du degré par le pas d'un homme ; nous avons le résultat de leur mesure , qui s'éloigne d'environ un dixieme. Les Chinois n'ont mesuré le degré que dans des tems postérieurs à notre ère ; anciennement ils faisoient la terre carrée : quand on ne connoît pas sa forme , on est loin de connoître sa grandeur. D'ailleurs ils se l'étoient appropriée toute entière ; & puisqu'ils ne savoient pas mesurer leur pays , comment auroient-ils mesuré la terre ? Les Indiens n'y ont jamais pensé ; ils connoissent à peine les deux presqu'îles où ils habitent , & s'embarrassent peu de l'étendue & des dimensions du globe. La mesure exacte de ce globe & les progrès des arts que cette mesure suppose , ne peuvent donc être attribués qu'à un peuple inconnu dans l'antiquité. Mais comment ce peuple seroit-il resté inconnu , s'il avoit été contemporain des Indiens & des Chaldéens , tandis que la mémoire de leurs sciences & de leur philosophie nous est parvenue ? On ne dira point que les Grecs ont dissimulé le nom de ce peuple , puisque malgré leur orgueil , malgré le desir de s'approprier le mérite étranger , on les voit citer à tout moment les Egyptiens & les Chaldéens comme leurs maîtres. Il faut donc croire que ce peuple est antérieur aux anciens peuples de l'Asie ; oublié

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 79.

sur la terre , malgré ses bienfaits , par de longues années qui en ont effacé le souvenir , & inconnu aux Grecs & à ceux qui les ont enseignés.

§. X.

IL y a même une remarque trop singulière & trop importante pour la négliger. Nous verrons par la suite de cette histoire que la terre n'a pas une forme exactement sphérique ; elle est élevée à l'équateur , abaissée & aplatie vers les pôles. C'est une des plus belles découvertes de Newton & de nos siècles modernes. Il résulte de cette forme que les degrés qu'on parcourt en marchant sous un même méridien , sont tous inégaux & vont en augmentant de l'équateur au pôle. Le degré mesuré au Pérou , sous l'équateur , est plus petit que le degré de France de 321 toises. Celui qui a été mesuré sous le cercle polaire , au nord de la Suede , est au contraire plus grand de 348 toises. Dans un nombre d'observateurs , qui détermineroient avec la même exactitude la longueur du degré en différens climats & à différentes distances de l'équateur , il n'y en auroit pas deux , qui rencontraient la même étendue. Or le degré , qui résulte de la mesure indiquée par Aristote , est précisément égal à celui qui a été déterminé entre Paris & Amiens ; degré qui répond à une latitude de 49 à 50 degrés , où une infinité de faits & de conjectures vraisemblables nous ont fait trouver le siège primitif des sciences dans l'Asie. Nous ne prétendons point donner à cette preuve plus d'importance & de force qu'elle n'en comporte. Mais si l'esprit humain peut se flatter d'avoir rencontré la vérité , c'est lorsque de nouveaux faits & de nouvelles probabilités le ramènent sans cesse à la même conclusion.

§. XI.

EN réfléchissant sur la distance immense, qui sépare la Chine de la Chaldée, sur la difficulté des communications dans les tems anciens, à travers des déserts ou des peuplades isolées, on demandera comment il est possible que les Chinois & les Chaldéens aient eu des mesures communes? Ce n'est point par des communications, c'est qu'ils sont partis du même centre, & qu'ils se sont avancés par des rayons jusqu'aux deux extrémités de l'Asie. Il ne s'agit, pour vérifier pleinement ces conjectures, que de retrouver les mesures de Babylone dans les plaines de Tartarie. Carpin (a), moine & missionnaire, envoyé par le Pape, en Tartarie, dans le treizieme siecle, trouva sous les tentes de ces hordes ambulantes un pied, qui est le même que la coudée du Caire & de Babylone : il est composé de seize doigts, égaux aux trente-deux doigts de cette coudée. Voilà donc le lieu du départ, voilà le lieu intermédiaire, qui fut jadis le lien de parenté entre les Chinois & les anciens Perses ou Chaldéens : ces antiques mesures sont les témoins d'une unité primitive. Quant à la détermination de la circonférence de la terre, on s'étonne qu'elle ait été exécutée dans ces champs de la Tartarie, habités aujourd'hui par des Barbares; comme si cette partie du monde étoit la première, qui eût été dévastée, puis abandonnée, & où des ignorans aient succédé aux cultivateurs des arts. Les Turcs, ignorans & féroces, sont maîtres de la Grece, dont les anciens habitans ont élevé des théâtres pour les chefs-d'œuvres de Sophocle & d'Euripide, les prédécesseurs des Tartares errans & grossiers, ont pu également cultiver les arts dans des demeures fixes, & entreprendre

(a) Eclaircif. Liv. III, §. 19.

la mesure de la terre : le froid même de cette contrée est en partie l'effet de l'absence des hommes ; une atmosphère glacée & neigeuse, un sol humide & fangeux sont le deuil de la nature réduite à elle-même. Ne fait-on pas que l'homme la maîtrise & la façonne à son gré pour la rendre plus féconde, plus saine & plus belle ? Il abat les forêts, il dessèche les eaux stagnantes pour purifier, échauffer l'air qu'il respire ; comme dans les climats brûlans, il partage les fleuves, il ouvre des canaux pour répandre une humidité salutaire, & se procurer des rosées, qui abreuvent le sein de la terre, & rafraîchissent l'atmosphère enflammée. Le froid, les déserts de l'Asie septentrionale, la grossièreté de leurs hôtes nomades, n'empêchent donc pas que la mesure de la terre n'ait été entreprise & exécutée dans des tems plus heureux dont le souvenir est perdu : & comment s'y refuser, quand on voit que ce souvenir n'est pas totalement effacé ; quand on rencontre à la Chine, même avant notre ère, une tradition de la terre mesurée, sans aucune notion de la mesure même ; quand on trouve à Babylone une ancienne mesure conservée, sans aucune tradition ni de ses auteurs, ni du tems, ni des moyens employés ! Ces faits de la Chine & de la Babylonie, se rejoignent malgré la distance des lieux : la mesure & la tradition sont venues d'ailleurs ; mais ce n'est pas de l'Inde, où tout se conserve, & où il n'en reste aucune mémoire. Cette antique mesure, exprimée en stades, en coudees, qui se retrouvent aujourd'hui dans la Tartarie, indique elle-même le pays d'où elle est sortie. C'est celui qui fut la pépinière constante des hommes ; c'est celui d'où se sont échappés les conquérans de la Chine & de l'Inde ; c'est surtout le pays où le travail a commencé (a), où l'homme a

(a) Voyez la VIII^e de nos Lettres à M. de Voltaire.

découvert son empire sur la nature, & où, en se multipliant dans un long séjour, en s'élevant par des efforts enchaînés & suivis, il a établi le premier centre de population & de lumière.

§. XII.

QUELLE que soit l'opinion sur cette origine primitive, l'identité des quatre déterminations de la circonférence de la terre, le système général & combiné des mesures, qui en résulte, l'ancien état des choses qui ne permet pas de les assigner à aucun des peuples connus, la circonstance que cette mesure est celle qui appartient au quarante-neuvième degré de latitude, sont des probabilités de la plus grande force, ajoutées à celles que nous avons déjà établies en faveur de l'opinion d'un peuple antérieur. Nous avons demandé à n'être jugés que sur l'ensemble de nos preuves; la réunion, le tableau de ces preuves, c'est l'histoire entière de l'astronomie. Mais qu'on nous permette d'observer qu'il faut une étude, une attention presque égale à la nôtre, pour nous juger avec équité. Les probabilités physiques sont l'objet d'une science; on y applique le calcul. Le hasard, qui n'est qu'un mot pour exprimer l'enchaînement des causes inconnues, y est soumis à des lois. Il faut seulement connoître la totalité des chances, pour donner à chacune son degré de probabilité. Cet art des combinaisons, sur lequel on juge le sort, est cependant difficile; il a exercé des géomètres du premier ordre. Dans les probabilités morales & politiques, dans les faits des hommes & des peuples, où ont influé les passions, la volonté, l'intelligence & la perfectibilité de l'homme, la difficulté redouble & l'incertitude est plus grande. On ne connoît exactement ni le nombre, ni l'intensité des forces qui ont agi; on ne trouve

dans l'histoire que les résultats de la combinaison de ces forces, & les effets de la complication des moyens. Les obstacles ont disparu ; on apperçoit à peine les vestiges de la résistance, qui a retardé ces effets ; & cependant tous ces élémens sont nécessaires pour la solution du problème. Sa nature ne permet ni l'application des méthodes géométriques, ni l'espérance d'une solution démontrée. La critique seule, éclairée par la philosophie, peut, la balance à la main, procéder à un dénombrement & à une estimation exacte. Mais si l'on oublie un seul fait, ou si une balance infidelle lui ôte quelque chose de son poids, le calcul sera faux, ainsi que le jugement. L'idée que nous proposons d'un peuple antérieur est naturelle ; rien de plus simple que de concevoir un peuple, qui en a précédé un autre. Si les esprits étoient semblables à une table rase, comme le demandoit Locke, peut-être cette idée si vraisemblable seroit-elle reçue sans difficulté ; peut-être l'idée opposée ne résiste-t-elle que par sa racine antique & profonde. En fait d'opinions, il faut plus d'efforts pour combattre que pour établir. Nous étions nous-mêmes prévenus pour l'opinion ancienne ; & si l'on veut juger cette partie de l'ouvrage, il faut faire ce qu'a fait l'auteur en la composant ; il faut s'entourer de la foule des probabilités, appliquer à chacune une inspection attentive, estimer leur poids, leur lumière, l'évidence naîtra du concours des témoignages, & le lecteur éclairé par les faisceaux de rayons réfléchis de toutes parts sur lui, sera entraîné, comme nous l'avons été nous-mêmes par la masse des probabilités accumulées.

§. XIII.

ON ne nous dira point que nous dépouillons les générations présentes pour illustrer les races les plus anciennes des hommes

que nous transportons à leur siècle ce qui fait honneur au nôtre. Nous exposons les vérités que nous avons découvertes ; nous rendons la justice que nous croyons due ; nous sommes assez riches pour faire ces sacrifices. Les vérités de théorie sont peut-être toutes modernes ; elles renferment une infinité de découvertes qui ne paroissent point renouvelées. Nous semblons avoir des titres pour une supériorité décidée. Mais quand nous ne les aurions pas , nous ne louons les antiques habitants de la terre qu'en disant qu'ils nous ont égalés. L'homme toujours semblable à lui-même , a eu dans tous les tems les mêmes organes & la même perfectibilité ; la race qui finit a eu son printemps , comme la jeunesse qui s'élève : le privilège du savoir n'a-t-il pu être accordé qu'à nous ? Si nous touchons au plus haut degré de la lumière , c'est une preuve qu'il n'est point au-dessus des efforts de l'homme , c'est une preuve que d'autres ont pu en jouir comme nous & avant nous. L'Europe voit aujourd'hui l'époque la plus brillante des sciences , qu'importe à sa gloire que cette époque ait été précédée de quelque autre. N'est-ce pas assez pour nous si le siècle le plus éclairé ne nous a point surpassés , & si nous trouvons des égaux à peine dans un siècle de la durée du monde.

§. X I V.

CETTE mesure antique , transmise par Aristote étant absolument identique avec les quatre autres , & particulièrement avec celle qui est attribuée à Possidonius , on pourroit croire que ce philosophe n'a point mesuré la terre. On pourroit imaginer qu'il n'a fait , comme tant de Grecs ses prédécesseurs , que s'approprier les dépouilles de l'antiquité , & les montrer sous son nom , en se parant d'une gloire étrangère ; mais s'il

n'est pas à l'abri de tout soupçon , comme nous le dirons bientôt , il paroît certain qu'il a réellement mesuré la terre : le témoignage de Cléomède, son contemporain & son disciple, est formel & décisif ; on voit même que Possidonius y est parvenu par deux entreprises différentes. D'ailleurs le fait porte avec lui des caractères plus forts encore que ce témoignage ; des caractères qui manquoient aux inventions que nous avons enlevées à leurs usurpateurs. Le résultat qu'on nous donne est le fruit d'une observation citée ; on la présente accompagnée de détails , qui sont les témoins de la vérité. L'imposture n'est pas si féconde ; elle craint , elle évite les détails qui la trahissent : la conscience a une voix secrète ; mentir est un état de gêne , d'où l'on sort le plutôt possible. Mais du moins le mensonge doit être adroit , il ne produit pas des circonstances qui l'exposent ; le récit de Possidonius seroit mieux combiné s'il n'étoit pas vrai. Ce philosophe , instruit dans l'astronomie & dans la physique , n'y auroit rien mis contre lui. Sans doute les lumières éloignent du mensonge ; elles éclairent les formes majestueuses de la vérité , & ne laissent voir que des monstruosités autour d'elle : mais quand on ose tromper les hommes , si le génie s'allie à l'imposture , il faut avouer que cette association funeste produira des erreurs mieux fabriquées & plus impénétrables.

Possidonius s'y prit , pour mesurer la terre , à peu près comme avoit fait Eratosthenes. Il savoit que l'étoile du navire , nommée *Canope* , ne se levoit point pour la Grece , qu'à Rhodes elle paroissoit à peine au bord de l'horizon , & par la même révolution diurne se couchoit presque au moment même où elle se levoit ; à Alexandrie , elle montoit à $70^{\circ} \frac{1}{2}$ dans sa plus grande hauteur. Possidonius , dit-on , en conclut que l'arc du méridien , compris entre le zenith de Rhodes & celui d'Alexandrie , étoit

de la 48^e partie de la circonférence ; & la distance terrestre des deux villes , qu'il supposoit sous le même méridien , étant de 5000 stades , il en donna 240000 à la circonférence.

Nous attribuons à Possidonius une seconde mesure , également citée par Cléomède. Lisimachie étoit éloignée de Syenne de 20000 stades , c'est-à-dire , de 600 lieues. L'arc céleste , mesuré entre les zeniths , fut trouvé de la 15^e partie de la circonférence ; il en résulta que cette circonférence étoit de 300000 stades. Nous savons tout ce qu'on peut objecter à ces mesures ; mais les erreurs qui en résulteroient sont trop grandes pour être croyables : Possidonius étoit trop instruit pour ne les avoir pas évitées. Il vint après Eratosthenes , c'étoit pour faire mieux que lui , ou pour supprimer son résultat. En jugeant que ce résultat étoit meilleur que celui d'Eratosthenes , nous en jugeons comme Ptolémée , qui n'a cité que celui de Possidonius ; enfin nous en jugeons sur ce résultat même , qui est conforme à celui de la mesure citée par Aristote , & dont nous osons dire que nous avons démontré l'exactitude avec la plus grande évidence. Des bases de 5000 & de 20000 stades étoient propres à donner cette exactitude. Si quelque chose pouvoit faire naître le soupçon , ce seroit la conformité de ces deux mesures entr'elles , & avec la détermination transmise par Aristote. Il y a bien eu sans doute quelque supercherie de la part de Possidonius. Instruit de cette ancienne mesure , il aura voulu la vérifier ; étonné de la trouver si exacte par deux opérations successives , & faites en grand , il n'aura point tenu compte des différences pour s'y conformer. Il a ensuite dénaturé cette ancienne détermination pour la faire oublier ; il l'a exprimée en stades différens , pour que la différence des nombres éloignât la comparaison , & il l'a donnée comme son ouvrage.

§. X. V.

Si l'on vouloit résumer l'histoire de la mesure de la terre par les efforts de l'industrie humaine, on diroit qu'elle fut entreprise il y a une infinité de siècles, dans les tems de l'astronomie primitive, dans les tems où fut établie la période de 600 ans. Les arts étoient alors assez avancés, l'astronomie assez perfectionnée, pour que cette mesure de la terre eût une exactitude égale à celle de nos siècles modernes. Cette détermination, conservée chez les Chaldéens, quant à sa valeur, mais oubliée quant à son exactitude, comme la même période de 600 ans, n'empêcha pas les astronomes de Babylone d'estimer par des moyens quelconques la circonférence du globe; ils se tromperent de 5 à 6000 toises sur la longueur du degré (a). L'ancienne & la nouvelle mesure furent envoyées de Babylone à Aristote par Callisthènes, & le philosophe n'en fit pas plus de cas que le peuple de la Grece, parce qu'elles étoient dues à des peuples regardés comme barbares. Au renouvellement de l'astronomie, Eratosthenes voulut connoître les dimensions de la terre; il crut être le premier qui la mesurât par une méthode exacte; il se trompa encore de 2500 toises sur le degré. Possidonius, sans doute prévenu des défauts de l'observation d'Eratosthenes, recommença l'entreprise; il fut assez heureux pour retrouver une seconde fois la valeur précise du degré : & nous qui sommes venus vingt siècles après Eratosthenes & Possidonius, persuadés que les arts & l'astronomie n'étoient jamais montés au point où nous les avons conduits, regardant comme des estimations grossières toutes ces estimations anciennes, nous avons cru que

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 147.

nous donnions au monde la première connoissance exacte de sa grandeur , tandis que cette exactitude paroissoit pour la troisième fois sur la terre. Il en est de même de plusieurs résultats astronomiques ; nous dédaignons les anciens , nous y en substituons d'autres , & en nous perfectionnant , nous retrouvons ces anciens résultats que nous avions méprisés. Il est donc vrai qu'il peut n'y avoir rien de nouveau sous le soleil. Nous ne faisons que refaire ce que nous avons perdu. L'industrie lutte sans cesse contre la barbarie , tantôt cédant au poids d'une masse qui l'écrase , tantôt débarrassée par ses efforts , remontant par son élasticité. Au milieu de ces vicissitudes , de ces grandes alternatives , on voit quelques connoissances se filtrer à travers les ténèbres , comme les eaux dans les terres , pour regagner le niveau ; & les sciences , semblables à tous les êtres physiques , tomber de l'âge de la maturité & de la force , périr par la caducité , & renaître pour une nouvelle carrière , en repassant par l'enfance.



HISTOIRE



HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE CINQUIÈME,

*De Ptolémée & de ses successeurs , jusqu'à la fin de l'Ecole
d'Alexandrie.*

§. PREMIER.

L'ASTRONOMIE n'avoit pas fait beaucoup de progrès depuis Hypparque. Nous n'avons pu remarquer que Possidonius pour quelques idées saines , pour l'entreprise de mesurer une seconde fois la terre , & sur-tout pour le bonheur d'en avoir retrouvé les vraies dimensions. L'école d'Alexandrie , si fertile en grands hommes dans son origine , après s'être reposée pendant trois siècles , fit succéder Ptolémée à Hypparque. Cet astronôme joignit au mérite de ses propres travaux , celui de recueillir

Tome I.

Y

les travaux des autres , & d'en former un corps de vérités , que leur union & leur utilité ont défendues contre les outrages du tems. Son ouvrage de l'*Almageste* fait la communication entre l'astronomie ancienne & moderne ; semblable en quelque sorte à ces entrepôts , à ces ports de commerce qui reçoivent les productions d'une partie du monde pour les transmettre à l'autre. Des observations importantes par leur antiquité y sont conservées ; sans elles nous ne connoîtrions pas les moyens mouvemens des planetes , aussi exactement que les connoissoient Hypparque & Ptolémée. Ce livre d'ailleurs contient les méthodes , ou le germe des méthodes , qui sont encore pratiquées de nos jours. Il a été long-tems le livre élémentaire de toutes les nations , & la gloire en rejaillit sur son auteur.

Ptolémée étoit né à Ptolémaïde en Egypte. La ressemblance des noms , sans autre fondement , a fait croire qu'il étoit de la race royale (a) ; mais son génie n'avoit point besoin de cette ressource , souvent si foible , pour faire passer son nom à la postérité. Il a fleuri sous les regnes d'Adrien & d'Antonin ; ses observations , qui sont les certificats de vie d'un astronôme , embrassent un intervalle de quatorze années. Il observa une éclipse de lune la neuvieme année d'Adrien , ou l'an 125 de notre ère ; il observa quelques étoiles la seconde d'Antonin , ou l'an 139 (b). Voilà l'époque de ses travaux.

§. II.

L'HISTOIRE des découvertes qui sont vraiment dues à Ptolémée , n'est pas aisée à faire , quand on veut ne lui accorder que ce qui lui appartient réellement. Son grand ouvrage

(a) Eclairc. Liv. IV , §. 2.

(b) Almag. Lib. VII , c. 2 , L. IV , c. 9.

astronomique a survécu seul au naufrage de beaucoup d'autres. Ce livre si nécessaire a été d'autant plus respecté ; les Arabes le traduisirent & lui donnerent dans leur langue emphatique le nom d'*Almageste*, ou *grande Composition*. Ptolémée a été regardé long-tems, & avec quelque justice, comme le fondateur de l'astronomie ; Hypparque n'étoit alors que son précurseur. Mais quand les modernes ont étudié, approfondi cet ouvrage, non plus en qualité de disciples, mais comme des gens supérieurs, qui comparent & qui jugent, ils ont rapproché les paroles de Ptolémée, & ils ont vu qu'il s'attribuoit des inventions, qui ne lui appartoient pas. Ils ont discuté les observations, & ils ont reconnu quelquefois un accord peu naturel, qui les a rendus suspects. Les instrumens anciens ne sembloient pas comporter une telle précision. Ptolémée a donc perdu beaucoup de sa réputation, & les modernes l'ont autant rabaisé que les Arabes & les premiers astronômes Européens l'avoient exalté. Les uns & les autres ont donné dans l'excès. Ptolémée, qu'on accuse de peu de fidélité & de mauvaise foi, peut n'avoir pas eu l'intention de s'attribuer la gloire de ce qui n'étoit point à lui (a). Les ouvrages d'Hypparque existoient de son tems, il écrivoit pour ses contemporains, il a pu ne pas nommer les auteurs des inventions, comme nous le pratiquons nous-mêmes quand ils sont généralement connus. Il est plus difficile de le justifier sur les observations qui nous paroissent suspectes. S'il a osé les changer, pour montrer plus d'accord dans les résultats, il est évidemment coupable de mauvaise foi. Mais nous ne sommes pas assez instruits, il est difficile de juger avec équité. Nous sommes persuadés qu'il s'est permis de choisir les observations, & non de les altérer. Il a fait

(a) Eclairc. Liv. IV, §. 2 & 3.

comme les Princes qui exilent ceux de leurs courtisans qui ne sont pas de leur opinion.

§. III.

LES travaux dont nous allons rendre compte , & que nous avons cru pouvoir lui attribuer , suffisent pour en faire un grand astronôme ; il mérite d'avoir le premier rang après Hypparque , avec cette différence qu'Hypparque nous a paru un esprit plus sage , plus porté à la recherche des faits qu'à celle des causes : Ptolémée au contraire eut un caractère ardent ; il étoit doué de plus d'imagination , & n'observoit que pour expliquer. Peut-être même , comme tous les gens à système , a-t-il deviné ce qui devoit être , & arrangé les faits avant de les observer ; c'est ce qui donne de la défiance sur ce qu'il dit avoir vu. Il a voulu tout embrasser , & il a eu l'ambition de bâtir lui - seul le grand édifice du monde. On peut dire qu'à certains égards , & pour son tems , il avoit réussi. Ce projet est vaste , il annonce un esprit qui avoit de l'élévation & de l'étendue. Quelque prévenus que nous soyons contre la complication de tous ces cercles , qui roulent les uns dans les autres , soyons assez justes pour convenir que dans l'enfance de la géométrie , de la physique & de l'astronomie , il falloit à Ptolémée beaucoup de génie pour concevoir le plan de l'Almageste , & pour l'exécuter , en imaginant des hypothèses générales , qui satisfont assez bien aux principaux & aux plus frappans des phénomènes.

§. IV.

PTOLÉMÉE reprit la théorie de la lune où Hypparque l'avoit laissée. En examinant les distances observées de la lune au soleil , il s'aperçut que le moyen mouvement , corrigé par

l'équation de $5^{\circ} 1'$, n'étoit pas suffisant pour représenter ces distances. Il suffisoit dans les tems des oppositions & des conjonctions ; mais à partir de ces points , les longitudes observées s'écartoient toujours de plus en plus du calcul , jusqu'à la quadrature où les différences étoient les plus grandes. Cette variation , tantôt plus considérable , tantôt moindre , arrivoit à chaque quadrature , & par conséquent deux fois dans chaque révolution. L'équation , au lieu d'être de $5^{\circ} 1'$, devenoit quelquefois de $7^{\circ} 40'$. Ptolémée appela cet excès de $2^{\circ} 39'$ la seconde inégalité , ou la seconde équation de la lune. Il est bon de remarquer que cette somme de $7^{\circ} 40'$ ne s'écarte pas d'une minute de celle que nous observons aujourd'hui (a). Elle peut encore servir à laver Ptolémée du soupçon d'avoir supposé des observations. La somme de ces équations est une chose de fait ; Ptolémée n'a pu la deviner , il la tenoit légitimement d'observations vraies & même exactes.

§. V

HYPPARQUE avoit montré qu'on pouvoit représenter la première inégalité par un épicycle , ou par un excentrique , Ptolémée employa les deux moyens pour représenter les deux inégalités. Mais il se présentoit ici une difficulté singulière , & qu'on eut sans doute de la peine à résoudre : l'équation ne surpasseoit jamais $5^{\circ} 1'$ dans les nouvelles & dans les pleines lunes ; elle étoit quelquefois de $7^{\circ} 40'$ dans les quadratures. Le mouvement de la lune dans son épicycle , tandis que le centre de cet épicycle se mouvoit lui-même sur un cercle excentrique , devenoit un principe d'inégalité ; & la terre n'étant pas au centre , cette inégalité paroissoit plus grande

(a) Eclaircissemens , Liv. IV , §. 4.

lorsque la lune étoit plus près, plus petite lorsqu'elle étoit plus loin : tout sembloit donc expliqué. Cependant il résulte de ce que la terre n'est pas au centre, que si dans un point quelconque la lune a eu une inégalité plus grande, parce que la terre étoit plus près, elle doit l'avoir d'autant plus petite dans le point diamétralement opposé, parce que la terre est plus loin. Cette conclusion ne s'accordoit point avec les phénomènes, qui montrent que l'inégalité peut être la même, ou à peu près la même (a) dans les deux quadratures. Ptolémée sentit qu'il falloit une orbite étendue dans sa longueur, dans le sens des sizigies, resserrée dans ses flancs, dans le sens des quadratures. L'ellipse ne pouvoit pas lui être inconnue, il en étoit alors bien près, mais le tems n'étoit pas venu d'y penser. Il a fallu beaucoup de génie pour inventer une hypothèse moins simple & moins vraie. Voici ce qu'il imagina : la lune se meut dans son épicycle, le centre de l'épicycle se meut sur la circonférence d'un grand cercle, dont la terre n'occupe pas le centre, & ce centre de l'excentrique, emportant l'épicycle & la lune, se meut lui-même autour de la terre dans un petit cercle, en sens contraire du centre de l'épicycle. Il résulte de cette complication que les distances de la lune à la terre sont égales entr'elles dans les deux sizigies, c'est-à-dire, dans la nouvelle & dans la pleine lune, & que les distances sont aussi égales dans les deux quadratures. Dans le premier cas, ces distances sont égales au rayon de l'excentrique, augmenté du rayon du petit cercle : dans le second, elles sont égales au rayon de l'excentrique diminué de ce même rayon ; voilà pourquoi l'inégalité est plus grande dans ce dernier cas.

On ne peut disconvenir que cette hypothèse ne fût ingé-

(a) Excepté seulement que l'équation est additive dans l'une & soustractive dans l'autre.

nieuse , & ne représentât fort bien les variations des deux inégalités dans les circonstances particulieres des sizigies & des quadratures ; mais elle ne satisfaisoit pas aux circonstances intermédiaires. Le point difficile est d'expliquer tout , & c'est ce qui distingue le véritable système du monde d'une hypothese. Alors on ne s'appliquoit qu'aux principaux phénomènes ; le reste alloit comme il pouvoit.

§. V I.

MAIS toutes les observations de la lune , excepté celles de ses éclipses , étoient affectées de la parallaxe ; il falloit donc , avant tout , la connoître. Nous avons vu qu'Hypparque s'en étoit occupé ; mais il ne paroît pas qu'il l'ait jamais déterminée avec une exactitude qui l'ait satisfait. Nous croyons que cette recherche appartient à Ptolémée , ainsi que l'invention de l'instrument propre à cette observation (a).

Il étoit composé de deux règles égales de bois , longues de sept pieds , divisées en soixante parties ; l'une immobile & placée verticalement au moyen d'un fil à plomb ; l'autre mobile sur une troisième , qui achevoit le triangle , étoit dirigée à l'astre , à l'aide de deux pinnules ; l'écartement des deux règles formoit un angle , qui mesuroit l'angle de la distance de l'astre au zenith. La troisième règle , divisée comme les deux autres en soixante parties , mesuroit leur écartement , & servoit à connoître la valeur de l'angle dont elle étoit la corde. Cet instrument en forme de triangle , faisoit l'office de nos secteurs de cercle , dont on peut le regarder comme l'ancien modèle.

Remarquons que cet instrument dérive de l'idée primitive

(a) Ptolém. Almag. Lib. V. cap. 12. L'instrument étoit nommé *Triquetron*.

que nous avons établie ; c'est un rayon qui se meut autour d'un centre. Cette division du rayon en 60, & du diamètre du cercle en 120 parties, dérive également du nombre sexagésimal, appliqué à toutes les divisions. Elle nous fait penser que l'intention des anciens, qui bien avant Ptolémée ont établi cette division, a été de mesurer le diamètre du cercle, en parties à peu près égales aux 360, qui mesurent la circonférence. Ils les croyoient même peut-être égales, car il est possible qu'Archimede, ayant fixé le premier le rapport de la circonférence au diamètre comme 7 à 22, on ait pu croire avant lui que le diamètre étoit le tiers de la circonférence. Cette approximation grossière nous semble avoir dû précéder celle d'Archimede ; on en peut même trouver la preuve dans l'histoire des Chinois, qui jusqu'au tems de Cocheou King, c'est-à-dire, jusqu'à l'an 1280 de notre ère, ont estimé que le rapport de la circonférence au diamètre étoit celui de 3 à 1 (a).

Voilà donc Ptolémée auteur d'une nouvelle espece d'observations. Jusques-là on n'avoit observé que des éclipses, des longitudes & des latitudes par le moyen des armilles ; Ptolémée, ayant remarqué que les parallaxes dépendoient des distances au zenith, imagina d'observer directement cette distance pour la corriger de l'effet de la parallaxe, & s'en servir ensuite à déterminer le vrai lieu de la lune. C'est encore une preuve de ce que nous avons avancé ; il faut de nouveaux instrumens pour de nouveaux progrès.

§. V I I.

L'INSTRUMENT, inventé par Ptolémée, lui servit à observer

(a) *Infrà*, Eclairc. Liv. VI, . 26.

la distance de la lune au zenith d'Alexandrie , lorsqu'elle en étoit le plus éloignée , & il trouva cette distance de $50^{\circ} 55'$; ensuite il calcula pour le même instant , au moyen de la longitude & de la latitude de la lune , connues par les tables , la distance vraie de cet astre au zenith. Car il est bon d'observer , en faveur de ceux qui ne sont pas initiés dans l'astronomie , que tous les cercles de la sphere étant liés par une dépendance réciproque , étant dans une situation respective , qui est toujours connue , dès que le lieu d'un astre est déterminé relativement à un de ces cercles , il l'est relativement à tous les autres ; ce n'est plus que l'affaire du calcul , en suivant les regles de la trigonométrie. Quand on a la position de la lune à l'égard de l'écliptique , on peut avoir sa position à l'égard de l'horizon & du zenith. Ptolémée ayant donc calculé la distance de la lune au zenith , il la trouva de $49^{\circ} 48'$. L'effet de la parallaxe sembloit avoir abaissé la lune vers l'horizon de $1^{\circ} 7'$ (a). Cette parallaxe étoit beaucoup trop grande , mais l'erreur s'augmenta encore lorsque Ptolémée déduisit de cette observation les parallaxes qui convenoient aux distances déduites de ses fausses hypothèses ; ces distances n'étoient point dans les rapports convenables , les parallaxes furent toutes défectueuses , & quant à leur valeur absolue , & quant à leur rapport (b). Il faut cependant convenir que Ptolémée est entré fort avant dans le calcul des parallaxes : il a donné les regles pour calculer les quantités , qui affectent la longitude & la latitude , & on voit que cette matiere lui étoit soumise (c).

§. V I I I.

Nous sentons que ces détails peuvent paroître arides à la

(a) *Almag. Lib. V, cap. 13.*

(b) *Infrà, Eclairc. Liv. IV, §. 7.*

(c) *Ibid. Eclaircissements, Livre IV,*

§. 2.

plupart de nos lecteurs , c'est une suite de principes & de vérités abstraites ; il faut , pour y trouver quelque satisfaction , en suivre la chaîne avec une contention pénible de l'esprit. Mais le voyage du ciel n'est pas plus facile , ni plus constamment agréable que celui de la terre ; un philosophe , qui la parcourt , s'attend à voir succéder des landes à des champs fertiles , & la nature agreste & sauvage à la nature riant & ornée par l'industrie. Cette histoire est un ensemble de vérités physiques & mathématiques ; c'est le résultat de ce que l'homme a vu & pensé : les premières , transmises par nos sens , encore revêtues des images qui ont affecté notre ame , sont plus attachantes ; les vérités mathématiques sont d'une nudité qui effraye , & leur sévérité se refuse aux parures de l'imagination. L'esprit , en rappelant les unes à sa mémoire , est frappé par l'idée imposante de l'immensité & de l'éclat des objets , il voit de grandes masses & de grands espaces ; il est intéressé par des tableaux vivans , il est occupé , agité par le mouvement : tantôt les différentes parties de l'univers passent devant lui , tantôt la pensée s'élance pour les parcourir. L'esprit , en méditant les autres , sent au contraire tout le calme d'une contemplation froide ; il est immobile devant ces vérités , & comme dans une solitude absolue : tout ce qui tient à notre existence matérielle , le mouvement , la couleur , les qualités sensibles ont disparu , l'étendue même est en quelque sorte anéantie ; il ne reste que des lignes sans largeur , des surfaces sans solidité , ou des corps , qui dépouillés de tout ce qui les fait connoître à nos sens , semblent n'avoir qu'une existence idéale. La vérité , ainsi réduite à elle-même , a cependant des charmes ; mais pour en être touché , il faut oublier les illusions qui nous environnent : sortie du monde intellectuel , elle semble réservée à la jouissance des purs esprits.

§. I X.

CE n'est pas que Ptolémée n'ait tenté des déterminations intéressantes, & dont l'importance peut être sentie. Il chercha la parallaxe du soleil, ou, ce qui revient au même, sa distance à la terre. L'homme, qui sent à tout moment pour lui-même le besoin de la chaleur, l'homme, qui voit les plantes dont il se nourrit attendre les rayons favorables du soleil, doit être curieux de savoir à quelle distance il est de ce foyer brûlant, réservoir immense de tout ce qui vivifie & embellit la nature. Mais l'entreprise étoit trop difficile pour le tems; les moyens astronomiques, qui suffisent à peine aujourd'hui, étoient alors trop bornés. Ptolémée déduisit cette distance d'une méthode assez ingénieuse, mais trop délicate pour n'être pas très-fautive. C'est premièrement de la supposition que le diamètre du soleil est égal au diamètre de la lune, lorsqu'elle est le plus loin de la terre, & secondement de l'observation du diamètre de l'ombre de la terre. On mesure l'étendue de ce diamètre par le tems que la lune emploie à le traverser dans ses éclipses. Cela posé, la terre étant éclairée par le soleil, c'est-à-dire, par un corps plus grand qu'elle, & son ombre ayant une figure conique, la partie de cette ombre que traverse la lune doit être d'autant plus large que la lune sera plus près de la terre, & cette même partie doit être encore d'autant plus large que le soleil sera plus loin. L'étendue du diamètre de l'ombre dépend donc en même tems de la distance de la lune & de celle du soleil à la terre, ou ce qui revient au même, de leurs parallaxes. Si le diamètre de l'ombre est connu par observation, ainsi que la parallaxe & la distance de la lune, on aura donc la parallaxe du soleil & sa distance à la terre. Ptolémée trouva la distance du soleil de 1210 demi-diamètres

Z ij

de la terre, & sa parallaxe de $2' 51''$ (a). Pour que cette méthode fût susceptible de quelque exactitude, il faudroit que le diamètre de l'ombre pût être observé avec précision ; ce qui est fort difficile. Ptolémée supposoit que lorsque la lune est le plus éloignée de nous, la largeur du cône d'ombre à l'endroit où elle le traverse, est vue de la terre sous un angle de $1^{\circ} 21' 20''$: deux minutes & demie de moins, sur l'étendue du diamètre de l'ombre, lui auroient donné la vraie distance du soleil à la terre, & quelque chose de moins encore l'eût rendue infinie. Il est bon d'observer que la lune étant éloignée de 64 demi-diamètres, comme Ptolémée le suppose, il n'avoit rien fait de plus qu'Aristarque, qui faisoit la distance du soleil 18 ou 20 fois plus grande que celle de la lune. La distance de 1210 demi-diamètres est dans ces limites. Quelque défectueuses que paroissent ces déterminations de la distance du soleil & de sa parallaxe, on n'a eu rien de mieux jusqu'à Dominique Cassini.

§. X.

PTOLÉMÉE construisit le dioptra, inventé par Hypparque (b), pour observer les diamètres des astres ; mais il s'en servit seulement pour s'assurer que le diamètre du soleil étoit égal au diamètre de la lune lorsqu'elle est le plus loin de la terre. Cette assertion appartenoit à Aristarque ; on n'avoit pas été plus loin que lui, à cet égard. Mais comme ces astres sont tantôt plus près, tantôt plus loin de la terre, leurs diamètres doivent paroître plus ou moins grands ; un objet paroît s'agrandir lorsqu'il s'approche. Ptolémée ne s'occupait point des variations du diamètre du soleil ; elles étoient trop petites pour être saisies par les instrumens. Quant à celles du diamètre

(a) *Infra*, Eclairc. Liv. IV, c. 10.(b) *Supra* Liv. III, §. 21.

de la lune , il inventa une méthode pour les observer ; c'est celle des éclipses partielles. Quand la lune est dans l'écliptique , ou très-près de ce cercle , elle traverse l'ombre de la terre par la partie la plus large , elle s'y plonge en entier ; mais lorsqu'elle est un peu élevée ou abaissée à l'égard du plan de ce cercle , elle n'entre point tout-à-fait dans l'ombre , & n'est éclipsée qu'en partie. Plus la lune est élevée , plus elle a de latitude , moins elle s'éclipse. Il employa deux éclipses où la lune , étant à sa plus grande distance de la terre , étoit entrée dans l'ombre la première fois , du quart de son diamètre , la seconde de la moitié. Il calcula l'élévation de la lune au-dessus de l'écliptique , ou les latitudes pour les instans des deux éclipses ; & supposant que la différence des latitudes étoit égale à la différence des parties éclipsées , il eut la valeur du quart du diamètre de la lune. C'est ainsi qu'il trouva le diamètre de la lune dans sa plus grande distance , ou celui du soleil qui lui est égal , de $31' 20''$; ce qui est tout-à-fait près de l'exactitude. En choisissant des éclipses arrivées à différentes distances de la lune à la terre , il eut les variations du diamètre à raison de ces distances.

Ce que nous devons remarquer , c'est que Ptolémée instruit que les parallaxes augmentent autant que les distances diminuent , n'a pas aperçu que les diamètres suivoient la même raison. Il en auroit conclu que les distances , qui résultent de son excentrique & de son épicycle , étoient fausses. Pourquoi ne s'en est-il pas aperçu ? Est-ce parce que les spéculateurs les plus attentifs ont quelquefois les yeux fermés sur les conséquences les plus simples ; ou bien faudroit-il croire que Ptolémée n'a point parlé d'une loi , qui détruiroit son hypothèse , & qui l'auroit réduit à l'impuissance d'expliquer les apparences des mouvemens célestes ?

§. XI.


Nous ne pouvons dire à qui appartient la première méthode de calculer les éclipses. Il est certain que Sulpitius Gallus à Rome, & Thalès, dans la Grece, avoient prédit ces phénomènes avant Hypparque. Nous ignorons si la méthode rapportée dans l'Almageste, est plus ancienne qu'Hypparque & Ptolémée, ou si elle appartient à l'un ou à l'autre de ces astronomes; tous deux sans doute y ont ajouté quelques perfections. Mais en lisant l'explication de ces méthodes, n'oublions pas combien elles ont été utiles. Nous ne parlons point des avantages qu'en a tirés la société pour l'observation des mouvemens célestes, qui sont la base du calendrier; nous portons notre vue plus loin dans l'antiquité. Nous y voyons les éclipses frapper tous les peuples de terreur; le fanatisme & les malheurs du monde y joignirent des craintes religieuses; & si des peuples, déjà civilisés, conservent encore cette superstition, nous pouvons juger ce qu'ont été nos premiers ancêtres. Nous commençons par être ignorans & timides, l'expérience crée en nous le courage & les lumières. Mais la seule manière de guérir les hommes effrayés par les phénomènes de la nature, c'est d'en marquer le moment, c'est sur-tout de répéter ces annonces consolantes, & vérifiées par l'événement. L'esprit s'éclaire en se rassurant; il trouve l'idée de règle & de succession, où il ne voyoit que celle de désordre & de destruction. Celui, qui découvrit l'art de prédire les éclipses, fut donc le bienfaiteur des hommes; il les délivra de la superstition & de la crainte, les plus grands de leurs maux. La preuve de l'antiquité de cette invention, c'est que l'ignorance l'a couverte de ses ténèbres; le bienfaiteur est inconnu. Le fable ne conserve aucune impression durable; l'ignorance aussi légère, ne

garde aucun souvenir ni des maux passés, ni des services rendus. mais le bienfait subsiste dans les méthodes que nous allons exposer. Nous parlerons d'abord des éclipses de lune.

Il s'agit 1°. de prévoir s'il y aura éclipse; 2°. d'en calculer les circonstances, savoir, le commencement, la fin, la durée & la grandeur; 3°. de déduire du phénomène observé les conséquences qu'on en peut tirer.

Les élémens nécessaires pour cette recherche sont 1°. les tables des mouvemens du soleil & de la lune, par lesquels on peut calculer pour chaque instant la distance de ces astres; car il est bon de faire attention que le centre de l'ombre étant toujours opposé au centre du soleil, le lieu du soleil augmenté de 180° , ou d'une demi-circonférence, donne le lieu du centre de l'ombre, & le lieu de la lune étant calculé, on a sa distance à ce centre: 2°. l'étendue du diamètre des deux astres: 3°. la grandeur du diamètre de l'ombre. Nous avons vu que les deux premières connoissances ne manquoient pas aux astronomes d'Alexandrie; quant à la troisième, on y parvint par la durée des éclipses totales. Le tems observé fit connoître l'espace que la lune avoit parcouru dans cette ombre; mais comme l'ombre de la terre est conique, comme la lune n'est pas toujours à la même distance, elle traverse, même dans les éclipses totales, des espaces plus ou moins grands dans cette ombre. Il fallut donc dresser des tables qui donnassent, selon la distance de la lune, l'étendue relative du diamètre de l'ombre; elles sont dans l'ouvrage de Ptolémée. Cela fait, cet astronome s'occupa de déterminer certaines limites, où l'on pût s'assurer qu'il y auroit éclipse. Si la lune étoit dans l'écliptique, elle traverseroit toujours l'ombre par son centre, & elle s'éclipseroit tous les mois. L'inclinaison de sa route fait que le plus souvent elle passe au-dessus ou au-dessous de l'ombre. Les

éclipses n'arrivent que lorsque la lune se trouve dans les points où son orbite coupe l'écliptique, ou du moins très-près de ces points, qu'on appelle les nœuds. Quand la lune touche le bord de l'ombre, les centres sont éloignés de la somme des demi-diamètres de la lune & de l'ombre : il faut donc que la distance de la lune à l'écliptique, ou sa latitude soit moindre que cette somme, pour qu'il y ait éclipse. Ptolémée trouva que cette latitude répond à $15^{\circ} 12'$ de distance de la lune à son nœud, & il prononça que lorsque la lune étoit plus éloignée de ce nœud, il ne pouvoit y avoir éclipse. Ce terme est d'autant mieux déterminé, que Ptolémée a choisi les plus grands demi-diamètres de l'ombre & de la lune, qui l'un & l'autre varient comme les distances de cette planète à la terre. Aussi les modernes n'auroient-ils que peu de chose à changer à cette détermination.

Quand on est sûr qu'il y a éclipse, on en détermine les circonstances, en calculant pour différens instans la distance de la lune au centre de l'ombre ; lorsque cette distance est égale à la somme des demi-diamètres de la lune & de l'ombre, c'est le commencement, ou la fin de l'éclipse. L'instant où cette distance est la plus petite est l'instant du milieu. Si cette distance s'anéantit, si les centres se confondent, l'éclipse est centrale & totale. Le moment du commencement & celui de la fin étant déterminés, on a la durée : & quant à la grandeur de l'éclipse, il est aisé de sentir que la proximité des centres fait connoître si le disque de la lune  plonge entier dans l'ombre, ou seulement en partie, ce qui détermine la quantité des doigts éclipsés (a), ou la grandeur de l'éclipse.

(a) On est convenu de partager le diamètre de la lune en douze parties qu'on appelle *doigts* ; ainsi une éclipse de sept

doigts est celle où la lune entre dans l'ombre, jusqu'à sept douzièmes parties de son diamètre.

Voilà

Voilà ce qui concerne la prédiction des éclipses. Mais quand la science eut rassuré les hommes, quand elle eut montré que l'interposition des astres, qui absorbe leur lumière, est un phénomène aussi naturel, aussi réglé que le lever & le coucher du soleil; ces annonces indiquèrent des observations: ces observations fournirent à la science un moyen de se perfectionner elle-même; elle en tira des utilités pour l'usage de la société éclairée. Si l'éclipse observée étoit centrale, le tems de sa durée faisoit connoître l'étendue du diamètre de l'ombre; si elle étoit partielle, la quantité des doigts éclipsés servoit, comme nous l'avons vu, à déterminer le diamètre de la lune. En général, en calculant le lieu du soleil pour le moment du milieu de l'éclipse, on avoit le lieu opposé de la lune, & ces observations, qui avoient servi à construire les tables, servoient à les vérifier. Enfin les instans du commencement & de la fin de l'éclipse observés dans un lieu, comparés à ceux qui avoient été observés dans un autre, donnoient, suivant la méthode inventée par Hypparque, la différence de longitude de ces lieux, par la différence des tems, où ces especes de signaux y avoient été apperçus. C'est l'utilité des éclipses de lune.

§. X I I.

LES éclipses de soleil se calculeroient à peu près comme les éclipses de lune, s'il n'y avoit pas de parallaxe. Le diamètre du soleil seroit ici ce qu'étoit dans l'autre cas le diamètre de l'ombre; la distance des centres du soleil & de la lune détermineroit toutes les circonstances de leurs éclipses. Mais la parallaxe, toujours assez grande, toujours différente, variable même dans la durée de l'éclipse, trouble tout par cette inconstance, & rend les éclipses de soleil plus difficiles à prévoir & à calculer. On sent d'abord que les limites, analogues à celles

que Ptolémée assignoit aux éclipses de lune , doivent être plus étendues. La parallaxe produit ici deux effets différens. Lorsque la lune est au-dessus de l'écliptique & plus élevée que le soleil , sa parallaxe , qui l'abaisse toujours vers l'horizon , tend à la rapprocher de cet astre , & dans ce cas elle augmente le nombre des éclipses. Mais lorsque la lune est au-dessous de l'écliptique & plus bas que le soleil , sa parallaxe l'en éloigne , & rend par conséquent les éclipses plus rares.

Que falloit-il donc faire pour calculer les éclipses de soleil , malgré la complication des effets de la parallaxe ? Il falloit transformer l'état réel des choses dans leur état apparent , & opérer sur ces apparences , comme si elles étoient réelles. C'est ce qu'ont fait les anciens ; c'est ce que nous faisons encore , en suivant la méthode que Ptolémée nous a tracée. Lorsqu'il est assuré qu'il peut y avoir éclipse , il calcule les lieux du centre de la lune pour plusieurs instans successifs , il applique à ces positions de la lune l'effet de la parallaxe , différent dans ces différens instans , & il a les distances apparentes du centre de la lune au centre du soleil ; d'où il tire , par une méthode semblable à celle que nous avons développée , toutes les circonstances du passage de la lune devant le soleil , & de l'éclipse qui en résulte.

§. X I I I.

QUANT à l'utilité qu'on peut tirer de ces éclipses , les anciens n'en tirèrent aucune , soit qu'ils ne l'aient pas apperçue , soit plutôt qu'ils en aient été éloignés par la difficulté. Ils n'observoient ces éclipses , ils ne les annonçoient que par l'ambition de connoître les loix de la nature , & de prévoir ses phénomènes ; peut-être aussi par le desir de rassurer les dernières classes du peuple , où la lumière est long-tems à descendre ,

où la superstition est stagnante, comme les eaux limoneuses dans les lieux bas.

La prédiction des éclipses en général eut une forte d'avantage pour les astronomes, c'est celui de confondre les incrédules. Il en est pour les sciences, & sur-tout pour l'astronomie, dont les succès étonnent & affligent la médiocrité superbe. L'homme se plaît dans sa paresse, en rougissant de son ignorance; & il s'arme du doute, qui le maintient dans l'une & l'excuse de l'autre. Dans des siècles peu instruits, les anciens astronomes durent être en butte aux sarcasmes de cette ignorance, animée par l'envie. Mesurer les astres, déterminer leurs distances, annoncer la place qu'ils doivent occuper, paroissent des prétentions chimériques & des promesses illusoires, à ceux qui ne jugent que par leurs idées étroites & sur leurs petits moyens. Les éclipses répondoient à tout; les deux grands luminaires se touchoient à l'instant marqué, répandoient les ténèbres sur la terre, & frappaient de terreur l'ignorance dédaigneuse pour justifier les astronomes. Aujourd'hui dans notre siècle de lumière, il y a peu d'incrédules de cette espèce, ou du moins ils sont relegués dans les classes sans instruction. Mais les hommes occupés de travaux importans dans la société, les hommes livrés à certains genres de connoissances, peuvent ignorer nos progrès dans une autre. Le but de cette histoire est de les mettre au niveau de leur siècle, de répandre les vérités de l'astronomie, & sur-tout de rendre ses succès croyables, en montrant la suite de ses efforts & la nature de ses moyens.

§. X I V.

PTOLÉMÉE eut la gloire d'avoir apperçu des élémens, dont la délicatesse échappoit à l'exactitude des observations de son

Aa ij

tems. Tel est celui qui est connu des astronomes sous le nom de *réduction à l'écliptique* (a). Les yeux, l'expérience ne pouvoient l'avertir ; la vue seule de l'esprit a fait cette découverte ; c'est le fruit de sa sagacité. Il examine avec détail les circonstances de la succession des éclipses , & leur nombre dans un tems déterminé. On voit qu'il embrassoit assez complètement la science , pour essayer de découvrir toutes les vérités qui dépendoient des élémens connus. C'est l'époque de cet esprit de combinaison , par lequel l'homme a atteint tant de connoissances élevées : seules & séparées, elles étoient restées stériles ; c'est de leur rapprochement , & pour ainsi-dire , de leur alliance qu'on a vu sortir une foule de vérités nouvelles. Cet esprit de combinaison semble dû à la géométrie , qui ne considère que des rapports. Les sciences ont développé l'homme ; c'est par elles qu'il domine l'univers. La géométrie donne de la justesse aux esprits dont l'astronomie aggrandit les idées.

§. X V.

PTOLÉMÉE passe ensuite aux planetes , & le premier point qu'il convenoit d'établir étoit l'ordre de leurs distances. C'est un contraste bien digne de réflexion que celui de l'homme ignorant , qui se croit d'abord enfermé sous une voûte solide & pierreuse , où des points brillans & des flambeaux sont attachés pour l'éclairer ; & de ce même homme , perfectionné par le développement de ses organes , qui ose éloigner les planetes les unes des autres , marquer , espacer les limites de leurs empires , & régler par la raison l'ordre & l'arrangement de l'univers. Suivant Ptolémée , Saturne est la plus éloignée des planetes , ensuite Jupiter , Mars , le Soleil , Venus ,

(a) *Eclairciss.* Liv. IV , §. 13.

Mercure & la Lune ; toutes^c tournant autour de la Terre. C'est ce qu'on appelle *le système de Ptolémée* ; système qui existoit cependant avant lui, & qui fut celui des Chaldéens (a). Il en convient lui-même. Telle est, dit-il (b), l'opinion des anciens astronomes sur la place que Mercure & Vénus occupent dans l'univers. Quelques modernes de son tems voulurent placer ces deux planetes au-dessus du Soleil, en alléguant que si elles étoient au-dessous, le Soleil en seroit quelquefois éclipsé. Ptolémée rejette cette raison, parce que la ligne, qui joint alors les centres du Soleil & de la planete, pouvoit ne point passer par la Terre, comme il arrive dans la plupart des conjonctions du Soleil & de la Lune. Dans toutes les nouvelles Lunes, cette planete passe devant le Soleil, il y a éclipse pour quelques points de l'espace, s'il n'y en a point pour la Terre, c'est qu'elle n'est pas dans la direction. Ptolémée auroit mieux répondu, en disant que ces éclipses ne sont pas visibles, à cause de la petitesse de la planete obscure, qui disparoît sur le disque de lumiere.

§. X V I.

Les anciens, en voulant faire tourner ces planetes autour de la terre, devoient être fort embarrassés pour régler leur place à l'égard du soleil : on peut dire même que le choix en étoit indifférent. Ceux qui les plaçoient au-dessus, & ceux qui les plaçoient au-dessous, avoient également tort & raison. Ptolémée remarque qu'on ne peut se décider d'une maniere certaine, parce qu'elles manquent de parallaxe : enfin partagé entre les Egyptiens & les anciens astronomes, ou les Chaldéens, Ptolémée se range à l'opinion de ceux-ci, & se détermine

(a) Astron. anc. p. 234.

(b) Almag. Lib. IX, c. 1.

à placer Vénus & Mercure au-dessus du Soleil, parce que, dit-il, on ne les voit jamais opposés à cet astre, & qu'il est naturel que le Soleil tienne le milieu entre les planetes, qui semblent l'accompagner, & celles qui s'éloignent de lui jusqu'à 180 degrés. Il vaudroit autant qu'il se fût déterminé par croix ou pile, que par cette raison ridicule, qui d'ailleurs devoit lui faire placer la Lune au-dessus du Soleil. C'étoit ainsi que les anciens Grecs raisonnoient; l'astronomie, restaurée & cultivée par eux, leur devoit ces erreurs. Pythagore plaçoit le Soleil au centre du monde, parce que le feu, étant *la plus digne substance*, devoit avoir la premiere place. Ces causes occultes, ces raisons vagues, ont long-tems régné sur l'esprit des hommes; elles tenoient lieu des faits; elles ont long-tems combattu contr'eux pour conserver leur empire usurpé.

§. XVII.

IL s'agissoit d'expliquer les deux révolutions & les deux inégalités des planetes, tant à l'égard du soleil qu'à l'égard du zodiaque. Hypparque, au rapport de Ptolémée, sentit qu'après avoir fait faire tant de progrès à l'astronomie, il ne lui convenoit pas d'entrer dans une carrière si difficile à parcourir, & d'où il ne sortiroit pas avec gloire. Tout cela n'est que jactance dans Ptolémée, quoiqu'il tâche d'en prévenir le reproche (a); c'est pour relever le mérite de ses hypothèses. Le discours de Ptolémée prouve seulement que ces hypothèses lui appartiennent; il n'auroit pas osé se les attribuer, puisque les ouvrages d'Hypparque existoient alors. Il paroît certain qu'il trancha le nœud de la difficulté, en unissant un épicycle &

(a) *Hæc non diximus ostentationis causâ, &c.*

un excentrique, en appliquant ici le même mécanisme dont il s'étoit servi pour expliquer les deux équations de la lune.

§. X V I I I.

TOUTES ses explications du mouvement des planetes sont fondées sur cette invention. Il commence par les théories de Mercure & de Vénus. Nous croyons en appercevoir la raison. Il étoit préoccupé de l'immobilité de la Terre, il pensoit que sa masse, inhabile au mouvement, devoit être le centre de tout ce qui se meut. Les apparences des trois planetes supérieures, Saturne, Jupiter & Mars, répondent assez bien à cette supposition; on les voit, chacune dans les tems qui leur sont marqués, accomplir leurs révolutions autour de la Terre. Il n'en est pas de même de Vénus & de Mercure. Ces astres sont souvent plongés dans les rayons du Soleil, & semblent se cacher dans son sein; ils l'accompagnent sans cesse comme sa famille. Mercure, le plus petit, le plus foible, est celui qui s'écarte le moins; Vénus distinguée par plus d'éclat, se hasarde à s'éloigner davantage: mais tous deux passent alternativement d'un de ses côtés à l'autre, suivent constamment sa course, & n'achevent qu'avec lui le tour de la Terre. Il étoit évident que ces astres tournoient autour du Soleil; mais comme l'esprit de système nuit à l'esprit observateur, ces phénomènes, pris seulement pour des apparences, durent faire le désespoir de Ptolémée; il douta qu'il fût possible de les ramener au système qu'il avoit choisi: de là pourtant dépendoit le succès de son entreprise & la construction de son édifice; il com-
mença par le plus difficile.

On ne peut voir ces planetes que lorsqu'elles s'écartent du soleil; ce sont ces digressions, & sur-tout les plus grandes, qu'il est utile d'observer. Selon Ptolémée, elles étoient produites

par le mouvement dans l'épicycle. Il en suivit constamment l'observation, & il remarqua que les plus grandes de ces digressions n'étoient pas toujours égales, ce qu'il attribue au mouvement dans l'excentrique. Ptolémée employa ici les mêmes ressources que dans la théorie de la Lune, un épicycle & un excentrique, dont le centre étoit en mouvement sur un petit cercle. Il avoit deux choses à représenter, le mouvement réel de Mercure & de Vénus : c'étoit la fonction de l'épicycle ; le mouvement de la Terre qu'il transportoit à ces planetes mêmes ; c'étoit le mouvement dans l'excentrique.

Dans les planetes supérieures, Saturne, Jupiter & Mars, le mouvement de la Terre, transporté à ces planetes, s'opere dans l'épicycle, & leur mouvement réel dans l'excentrique : mais c'est toujours le même principe ; il changea seulement la méthode d'observer. Il ne pouvoit pas prendre les doubles observations de leurs plus grandes digressions, puisque s'éloignant du Soleil jusqu'à 180 degrés, elles n'en ont qu'une, qui est l'opposition. C'est à cette espece d'observation qu'il s'arrêta, & c'est la première fois qu'il en est question dans l'histoire de l'astronomie. Il y avoit de l'adresse dans ce choix : la raison qui les lui fit préférer, c'est qu'elles offrent des positions qui ne sont affectées que d'une seule inégalité, celle qui a lieu dans le zodiaque, celle qui appartient à la planete. Cela est réellement ainsi. Le soleil étant opposé à la planete, & la terre entre deux se trouvant dans une même ligne droite, les effets du mouvement de la terre ne se compliquent point avec ceux du mouvement de la planete, & elle est vue au même lieu, soit de la terre, soit du soleil. C'est la raison qui fait préférer encore ces observations à toutes les autres. Ptolémée vit très-bien comme nous, que trois de ces observations suffisoient pour découvrir routes les circonstances du cours de la planete, & il résolut ce

ce problème avec la géométrie de son tems. Nous croyons que ce que nous venons de dire suffit pour donner une idée du mécanisme de Ptolémée dans l'explication de ces mouvemens célestes ; nous donnerons plus de détails dans nos éclaircissmens.

§. X I X.

PTOLÉMÉE détermine donc les dimensions des orbites des planetes, c'est-à-dire, les rapports de grandeur entre les différens cercles dont leur mouvement apparent est composé : mais ces rapports ne sont établis qu'entre les cercles qui appartiennent à une même planete. Ptolémée n'a pu les étendre d'un orbe & d'une planete à l'autre. Il ne savoit pas combien de fois un de ces orbes étoit plus grand, ou plus petit qu'un autre. Il n'avoit eu d'autre regle pour espacer les planetes, que la durée de leurs révolutions. Il pensoit qu'un tems plus long supposoit plus de chemin parcouru & une plus vaste circonférence. Saturne tourne en trente ans, Jupiter en douze ; Jupiter étoit donc plus près : mais de combien l'étoit-il ? C'est une connoissance que Ptolémée ne pouvoit atteindre ; la mesure commune lui manquoit. Toutes nos connoissances ne sont que des rapports enchaînés. Les anciens ont comparé le diametre du globe à la coudée, à la longueur de l'avant-bras ; ils ont successivement comparé ce diametre du globe à la distance de la lune, la distance de la lune à celle du soleil. Il falloit suivre les mêmes erremens, & comparer la distance des planetes à celle du soleil. Ptolémée ne put franchir ce passage ; les méthodes nécessaires attendoient Copernic. On ne peut y parvenir que par le mouvement de la terre ; mais nous nous croyons alors trop grands, trop importans pour errer, comme les autres corps, dans l'espace. Celui que sa dignité rend séden-

taire , ne connoîtra jamais ni les hommes , ni les choses. Tranquilles sur notre globe immobile , comment aurions-nous l'idée de l'étendue du monde. En rentrant dans l'égalité primitive , la terre , par sa marche , pourra juger de celle des planetes ; en parcourant des espaces , elle pourra apprécier d'autres espaces , & les connoissances s'enchaîneront de nouveau. En attendant , Ptolémée n'a composé son univers que de pieces détachées ; ce sont des roues assemblées par un ouvrier qui n'en fait ni les rapports , ni les usages. La fausse supposition de l'immobilité de la terre suspendoit tous les progrès , & l'esprit humain n'a pas fait un pas à cet égard depuis Aristarque jusqu'à Copernic.

S. X X.

MAINTENANT , après avoir considéré le mouvement de révolution ou de translation dans le sens de l'écliptique , passons au mouvement en latitude. Les anciens avoient reconnu que les planetes suivoient une route un peu inclinée à l'écliptique ; elles s'écartoient tantôt plus , tantôt moins de ce cercle , en cheminant dans leur propre orbite. Ces variations sont ce que les anciens appeloient mouvement en latitude ; mais les apparences en étoient difficiles à démêler pour ceux qui vouloient que ces planetes tournassent autour de la terre. En effet le plan de l'orbite des planetes est incliné à l'écliptique , & leur latitude varie à raison de leur distance au nœud. Ce n'est pas tout : comme la terre , par son mouvement , s'éloigne plus ou moins de ces planetes , il en résulte que leur latitude se montre à nous sous un angle plus grand ou plus petit. Ptolémée apperçut ces différentes variations dans les latitudes , & comme il avoit inventé deux cercles pour représenter les deux mouvemens apparens des planetes , il imagina de donner

à leurs orbites deux différentes inclinaisons, pour expliquer les deux variations. Il inclina l'excentrique au plan de l'écliptique ; c'est cette inclinaison que les astronomes, qui sont venus après lui, ont nommé *déviacion* ; ensuite il inclina le plan de l'épicycle au plan de l'excentrique même, & c'est ce qu'il a nommé *l'inclinaison*. Celle-ci augmentoit ou diminuoit l'autre, selon qu'il étoit nécessaire, pour rendre raison des changemens de la latitude.

§. X X I.

IL y auroit eu de la sagacité à réduire l'explication des phénomènes à ce point de simplicité, si elle suffisoit aux apparences. Les deux inclinaisons ne rendoient pas encore raison de tout ; Ptolémée fut quelquefois obligé de rendre variable l'inclinaison de l'épicycle sur l'excentrique, par un mouvement de libration ou d'oscillation. Cette idée étoit ingénieuse, mais il étoit peu vraisemblable que les choses se passassent ainsi. Quand on veut expliquer les faits de la nature, en multipliant les secours, on est sûr de s'éloigner d'elle, & il y a moins de mérite & de génie dans les explications ; il faut faire, comme elle, beaucoup avec peu de chose.

Au reste, on doit la justice à Ptolémée, qu'il a senti la complication & les défauts de ce système ; il a cru devoir s'en excuser. Il pense qu'il est difficile d'expliquer ces grands phénomènes par des raisons vulgaires & sensibles, & d'appliquer à ces corps divins ce que nous connoissons des mouvemens terrestres. » Qu'y a-t-il en effet, dit-il, de plus différent des » choses célestes, des choses qui restent toujours dans le » même état que les choses terrestres, que celles qui sont » dans une vicissitude continuelle, & que le moindre obstacle » dérange. Il faut donc tenter de représenter les mouvemens

Bb ij

» des astres par les suppositions les plus simples, & si elles ne
 » fussent pas, par des suppositions possibles ; car si l'hypo-
 » these rend raison de chacune des apparences, pourquoi la
 » complication qu'elle suppose n'auroit-elle pas lieu dans la
 » nature ? Devons-nous juger de tout cela par l'idée que nous
 » avons de la simplicité ? Les hommes même en ont-ils une
 » idée exacte & précise, puisque ce qui est simple pour les
 » uns, ne l'est point pour les autres ? » Ce raisonnement est
 assez philosophique ; il n'y a de trop que le préjugé de la divi-
 nité des astres. Sur une matiere aussi neuve que l'étoit alors la
 théorie du mouvement des planetes, nous pourrions aujour-
 d'hui nous tromper comme Ptolémée, & peut-être sans nous
 en douter comme lui. On avoit sans doute reproché à Ptolémée
 ce qu'on reprocha depuis à Newton, que son hypothèse n'étoit
 point physique, & l'astronôme Egyptien répondit alors comme
 le géometre Anglois ; *connoissez-vous assez la nature pour exclure
 des loix nouvelles ?* Mais l'épreuve des siècles, les observations
 délicates, qui sont la pierre de touche des systèmes, parce
 qu'elles approchent la vérité de plus près, ont détruit le système
 de Ptolémée & confirmé les découvertes de Newton.

§. XXII.

Nous avons déjà remarqué (a) que le silence de Ptolémée
 sur le vrai mouvement de Vénus & de Mercure autour du
 Soleil, découvert par les Egyptiens, étoit extraordinaire.
 Cicéron & Vitruve en ont parlé plus d'un siècle avant Pro-
 lémée, Macrobe & Martianus Capella, venus après lui, en
 ont également fait mention (b). Nous soupçonnons même que

(a) Histoire de l'Astron. anc. pag. 171
 & 413.

(b) Cicér. *Somn. Scip.*
 Vitruve, *Architect. Lib. IX, c. 4.*

Macrobe, *Comment. in Somn. Scip. L. I,*
 c. 19.

Martianus Capella, *de Nupt. philol. &*
Merc. Lib. VIII.

Sosigènes, dont Ptolémée a pu voir les ouvrages, avoit admis le système égyptien, & en avoit porté la connoissance à Rome. La source où Sosigènes a puisé en Egypte, devoit être ouverte à Ptolémée comme à lui, pourquoi donc n'a-t-il pas adopté cette explication ingénieuse & vraie des apparences de Vénus & de Mercure ? Pourquoi du moins n'en a-t-il pas fait mention dans son livre ? Voici ce que nous conjecturons. Outre le mystère dont le college des prêtres Egyptiens enveloppa de tout tems les sciences, & sur-tout les connoissances astronomiques, nous avons pensé (a) que la fondation de l'école d'Alexandrie fut une source de jalousie entre les membres de ces deux établissemens royaux, entre les prêtres qui ne se voyoient plus protégés comme auparavant, & les astronômes Grecs qui commençoient à l'être. Les progrès que l'astronomie fit entre leurs mains, redoublerent l'envie, en leur donnant une supériorité décidée. De là on peut conclure affirmativement que le college des prêtres n'eut garde d'ouvrir à Hypparque & à Ptolémée les dépôts renfermés dans les labyrinthes & dans ces fameuses syringes, où étoient les colonnes & les pierres chargées des connoissances astronomiques. Ajoutons que par la négligence des prêtres & l'ignorance où ils étoient tombés du tems de Strabon, la connoissance de la langue hiéroglyphique étoit perdue ; & qu'Hypparque, Ptolémée, les prêtres eux-mêmes auroient peut-être été bien embarrassés pour en déchiffrer les caracteres. En conséquence nous voyons que d'un côté la connoissance de cette découverte des Egyptiens peut avoir transpiré, avoir été recueillie par les philosophes qui ont voyagé en Egypte, ou plutôt portée à Rome par Sosigènes ; & que de l'autre côté les observations, qui

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 181.

avoient fondé cette découverte , étant ou inaccessibles aux astronomes Grecs , ou devenues inintelligibles , Hypparque & Ptolémée ont pu regarder l'opinion dépouillée de cet appui comme une erreur vulgaire ; opinion que Ptolémée a rejetée d'autant plus volontiers , qu'elle détruisoit ses hypothèses , ou du moins leur ôtoit cette uniformité & cette généralité d'explications qui fait le mérite d'un système. Mais , dira-t-on , si Ptolémée , comme il n'est guères possible d'en douter , a connu l'explication que les anciens Egyptiens donnoient du mouvement de Vénus & de Mercure , n'étoit-il pas assez éclairé pour être frappé de sa simplicité & de sa justesse ? C'est que Ptolémée sentoit par une espece d'instinct qu'il y avoit des loix générales pour le mouvement des planetes , & que leurs théories devoient être uniformes ; il voyoit que ces planetes devoient toutes tourner autour du même centre ; & n'ayant pu imaginer que les trois supérieures tournassent autour du soleil , il pensa que les deux autres , par cette loi d'uniformité , devoient circuler autour de la terre. D'ailleurs il ne pensoit pas qu'un centre de mouvement pût être en mouvement lui-même , & il auroit cru absurde de faire mouvoir des planetes autour du soleil , qu'il mettoit en mouvement comme les autres. Ayant une fois rejeté cette opinion , malgré tout ce qu'elle peut avoir de séduisant , il n'a pas dû opposer sa simplicité à des hypothèses dont il excusoit la complication. Plus il en a senti le mérite , moins il aura voulu en parler dans son ouvrage , par la crainte d'inspirer de la défiance , ou tout au moins de l'incertitude à ses lecteurs. Voilà les motifs vraisemblables de son silence.

§. XXXIII.

PTOLÉMÉE confirma la découverte qu'Hypparque avoit faite

du mouvement des étoiles en longitude, ou plutôt de la rétrogradation des points équinoxiaux. Il paroît que ce fut lui qui évalua ce mouvement à raison d'un degré en cent ans. Il fit quelques changemens aux 49 constellations ; il les réduisit à 48. Il parle de la Chevelure de Bérénice, mais sans en faire une constellation séparée. Une omission plus remarquable est celle d'Antinoüs, le mignon d'Adrien, à qui cet Empereur fit rendre les honneurs divins. Ce culte étoit abominable : toute flatterie même, à l'égard d'une passion folle & dépravée, est également lâche & infâme ; il est odieux qu'on ait eu l'idée de placer parmi les étoiles & dans le ciel le souvenir de cet indigne amour. Mais si jamais les hommes, & sur-tout les grands hommes, qui devroient être incapables de pareilles bassesses, ont pu être excusables de s'en fouiller, c'est du vivant d'Adrien. C'est donc certainement à cette époque qu'Antinoüs a été placé dans le ciel, où les modernes l'ont conservé. C'est le tems où vivoit Ptolémée ; cependant il ne le nomme que comme la Chevelure de Bérénice, il n'en fait point une constellation séparée ; il dit seulement : *étoiles informes auprès de l'Aigle, parmi lesquelles est Antinoüs*. Qui est-ce qui a pu écrire le nom d'Antinoüs dans le ciel, si ce n'est Ptolémée ? Mais si c'est une adulation de sa part, pourquoi n'en a-t-il pas fait réellement une constellation ? Pourquoi n'en parle-t-il qu'en passant ? Seroit-ce qu'Adrien étant mort un an avant que Ptolémée dressât son Catalogue, ce grand homme, honteux de ce qu'il avoit fait, n'osa ni effacer tout-à-fait sa flatterie, en n'en parlant pas, ni la consacrer à la postérité, en donnant ce nom à une constellation. Ses expressions semblent dire, voilà le lieu du ciel où j'avois eu la lâcheté de placer Antinoüs.

§. XXIV.

PTOLÉMÉE a très-bien connu la réfraction, & nous en avons des témoignages certains, quoiqu'il n'en parle pas dans l'Almageste. Cet astronôme avoit composé un traité d'optique qui ne nous est point parvenu, où il détaillait les effets de ce phénomène. L'Arabe Alhazen cite ce traité, qui existoit encore de son tems (a). Nous devons dire un mot ici de la théorie de la réfraction. Quoique la lumière soit infiniment subtile, quoiqu'elle échappe à tous nos sens, excepté celui de la vue, elle est un corps dont la présence nous fait appercevoir tous les autres. Elle se réfléchit sur eux pour annoncer leur existence, en frappant doucement notre organe; elle les pare des couleurs qu'elle recèle: en se divisant elle-même, elle distribue diversement les nuances, pour varier la face de la terre, pour la rendre vivante & gaie. Sans la lumière, l'homme, avec des besoins qu'il auroit peine à satisfaire, au milieu des dangers qu'il ne pourroit prévoir, seroit triste & mélancolique comme la nature; il n'existeroit que dans l'étroite étendue de ses autres sens, & seroit presque solitaire au milieu des êtres vivans. Mais ce présent de la lumière, en embellissant tout ce que l'œil nous fait voir, nous expose à des erreurs; la lumière & la vue nous trompent, comme toutes les choses qui nous rendent heureux. La lumière agit par un choc, le nerf ébranlé porte à l'ame la sensation de l'objet; mais comme l'homme n'agit, ne frappe sur un corps éloigné que par le moyen d'un corps intermédiaire, toutes les fois qu'il a la sensation d'un objet éloigné, il se représente un corps long & assez délié pour n'être pas apperçu, ou une suite

(a) *Infrà*, Eclaircif. Liv. IV, §. 39.

de petits corps contigus en ligne droite, qui joignent l'objet à l'organe. Voilà l'idée que nous avons du rayon de lumière, qui nous fait voir, & que nous avons nommé *le rayon visuel*. Nous plaçons nécessairement les objets dans la direction & à l'extrémité de ce rayon ; c'est le principe de nos jugemens & la source de quelques erreurs. Cela est toujours vrai, la lumière se propage toujours en ligne droite, lorsqu'elle traverse un même corps, tel que le verre, ou lorsqu'elle se meut dans un fluide homogène, tel que l'air, l'eau ; fluide que les physiciens sont convenus de nommer en général un *milieu*. Mais lorsqu'elle passe d'un de ces milieux dans un autre, de l'air dans l'eau, ou de l'air dans le verre, il faut qu'elle se présente suivant la perpendiculaire à la surface, pour ne point changer sa direction. Dans tout autre cas, la nature, par une cause long-tems inconnue & réservée à Newton, a voulu qu'elle changeât sa route pour s'approcher, ou s'éloigner de cette perpendiculaire. Cette loi est celle qui produit la réfraction. Le fluide, l'air grossier qui environne la terre ne s'élève qu'à une médiocre distance de sa surface ; au-delà de cette atmosphère, l'espace immense étendu jusqu'aux astres, qui lancent & réfléchissent la lumière, est ou entièrement vide, ou, ce qui est plus vraisemblable, rempli d'un fluide infiniment subtil. La lumière envoyée vers nous, s'y meut librement ; mais arrivée aux confins de notre atmosphère, la loi de la nature la plie, change sa route, & nous qui, en la recevant, jugeons de l'objet dans la direction du rayon visuel, nous nous trompons de toute la différence de sa route première à sa route nouvelle. Cette différence est l'effet de la réfraction.

§. X X V.

Nous avons vu que Possidonius avoit tenté d'expliquer la
Tome I. Cc

grandeur du soleil à l'horizon par les rayons, qui se brisent, ou se réfractent en entrant dans l'atmosphère; qu'il avoit même apperçu que cet effet dépendoit de la densité du milieu. Il appliquoit mal l'effet de la réfraction, mais il ne l'ignoroit pas. La première connoissance n'en appartient donc pas à Ptolémée. Cléomède a été plus loin; il a pensé que le rayon de lumière, en se courbant dans l'atmosphère, pouvoit élever le soleil & nous le montrer encore, quoique déjà descendu sous l'horizon. Ainsi voilà l'effet de la réfraction agissant dans le sens vertical bien connu & bien annoncé. Ptolémée l'avoit sans doute développé en astronôme plus instruit que Cléomède. Ce qui a retardé l'application de cet élément aux observations astronomiques, c'est qu'on ne l'a découvert que par les phénomènes, qui ont lieu à l'horizon, par le phénomène de la grandeur extraordinaire du soleil & de la lune, ou par celui de la lune se levant éclipcée, avant le coucher du soleil. Ptolémée lui-même avoit remarqué que les distances réciproques des étoiles paroissoient plus grandes à l'horizon qu'au milieu du ciel (*a*); phénomène absolument semblable à celui de la grandeur des astres à l'horizon. Il étoit donc naturel de penser que l'effet de la réfraction se borneroit là. Ce préjugé a subsisté assez long-tems, puisqu'au commencement du dernier siècle, on ne croyoit pas que la réfraction s'étendît au delà de 45 degrés de hauteur (*b*). Il paroît que les anciens n'observoient les astres qu'au méridien & vers le milieu du ciel; en conséquence à Alexandrie, où le soleil au méridien n'est jamais vu plus bas que 36 degrés, & les autres planetes peu au-dessous, on n'a point dû sentir la nécessité d'employer la réfraction astronomique. Elle est déjà fort petite

(*a*) *Almagest. Lib. IX, c. 2.*

(*b*) *Infra, tome second.*

à cette hauteur, & moindre que l'erreur des instrumens anciens. Les Arabes & les Perses, qui n'étoient pas beaucoup plus éloignés de l'équateur que les astronomes d'Alexandrie, ont été dans le même cas. Ce n'a été qu'en observant dans des pays plus septentrionaux, sous une plus grande inclination de la sphere, que la réfraction a affecté sensiblement ces observations. Voilà pourquoi l'usage de la réfraction fut réservé à Waltherus & à Tycho.

§. XXV I.

ON doit faire honneur à Ptolémée de la saine opinion qu'il eut sur la cause de la grandeur des astres à l'horizon. Il connut assez bien la réfraction, pour voir qu'elle élevait presque également les deux bords du soleil, & que par conséquent elle ne pouvoit l'aggrandir. Nous disons *presque*, parce qu'en effet la réfraction devient toujours de plus en plus petite, à mesure que l'astre s'éloigne de l'horizon : or, comme l'un des bords du soleil est toujours plus haut que l'autre de toute l'étendue du disque, il est plus éloigné de l'horizon, & moins élevé par la réfraction, que le bord inférieur, qui par là se rapproche de lui ; de sorte que l'effet réel de la réfraction est d'accourcir le diamètre, de diminuer la grandeur apparente du soleil, au lieu de l'augmenter. Voilà ce qui fut encore remarqué par Ptolémée, mais ce n'est point le fruit de l'expérience, la quantité est trop petite pour avoir été mesurable alors par les instrumens ; c'est une vue de l'esprit. Puisque la réfraction n'amplifie pas les disques des astres, il falloit en chercher une autre cause. Ptolémée la trouva dans une métaphysique assez fine. Nous n'avons une idée des distances inconnues que par les distances qui nous sont familières. C'est donc par celles de la terre, quoique très-bornées, que nous

C c ij

jugeons des distances célestes. Mais les distances terrestres, & que nous avons parcourues, ont, toutes petites qu'elles sont, une grandeur imposante qu'elles tiennent de notre foiblesse. Lorsque nous comparons ces distances aux distances célestes par le moyen des instrumens, nous avons des résultats exacts; mais lorsque nous établissons la comparaison sur le rapport de nos sens, l'erreur de ce rapport, l'illusion de l'esprit se répand sur les deux objets de la comparaison, & la fausse idée de grandeur passe de l'un à l'autre. Ptolémée pensa que la grandeur apparente des astres à l'horizon étoit une erreur, produite par deux jugemens tacites de l'ame. Quand le soleil & la lune sont à l'horizon, il se trouve entr'eux & nous beaucoup d'objets interposés, nous connoissons les distances de ces objets; celle de l'astre, estimée par ce module, nous semble très-grande; & en conséquence de ce premier jugement, l'objet, sans changer de grandeur réelle, nous paroît plus grand, en raison de ce que nous le jugeons plus éloigné. Lorsque les astres s'élèvent à une certaine hauteur; ils sont loin de l'horizon, & de toute espece de module; il n'existe entr'eux & nous que le vide de l'espace, sur lequel l'imagination n'a point de prise, & nous le jugeons plus près. Cette cause ingénieuse, la seule vraisemblable, & sans doute la vraie, a été renouvelée par le P. Mallebranche; mais on voit qu'elle étoit plus ancienne, & qu'elle appartient à Ptolémée.

§. XXVI.

Le traité d'optique de Ptolémée devoit être un bon ouvrage, si l'on en juge par ce que nous venons de citer sur la réfraction. Il est singulier qu'il ait absolument disparu. Ce livre existoit au onzième siècle où vivoit Alhazen, & au treizième, où a

fleuri Roger Bacon. Il a donc péri depuis le regne de S. Louis où les lettres commençoient à renaître , tandis que les ouvrages des deux autres ont été conservés. Alhazèn , qui paroît l'avoir copié , aura peut-être contribué à sa perte ; l'on pouvoit alors aisément faire disparaître son original , les manuscrits étoient rares & faciles à détruire. Aujourd'hui les livres ne meurent que par leur faüte.

Un ouvrage d'une importance considérable, que nous devons encore à Ptolémée, est sa géographie. Ce livre est pour cette science ce que l'Almageste est pour l'Astronomie. Il y donne la position de tous les lieux alors connus , désignés par longitudes & par latitudes , suivant la méthode d'Hypparque. Ce travail , à ne le regarder que comme compilation , n'étoit pas si facile alors qu'il peut l'être aujourd'hui. Il est vrai que la fameuse bibliotheque d'Alexandrie offroit de grands secours : mais les recherches ont dû être immenses ; il a fallu beaucoup de critique. Les voyageurs anciens ne marchaient pas avec des instrumens : toute la géographie étoit fondée sur leurs récits , sur des ouï-dire qu'il falloit opposer & corriger les uns par les autres. La vie d'un homme n'auroit pas suffi à cette entreprise , s'il eût été le premier auteur de ce genre. Cette géographie a dû être précédée de plusieurs autres ouvrages , que Ptolémée a renfermés dans son vaste recueil , & qui sont disparus par leur inutilité , comme ceux qui ont précédé l'Almageste. On voit que Ptolémée pensoit & faisoit tout en grand : la géographie est le cadre dans lequel on a renfermé la description de la terre. Les modernes n'ont eu qu'à corriger ses déterminations. Aujourd'hui que la face de l'univers est changée , que les mêmes villes & les mêmes empires n'existent plus , il sert encore à retrouver leurs positions & leurs limites.

§. XXVIII.

IL est aisé de voir que peu d'hommes ont autant travaillé que Ptolémée, & sur des objets plus importants. Il a embrassé la chronologie, la musique, l'optique, la gnomonique, après avoir été le législateur de l'astronomie & de la géographie. On a dit qu'il n'étoit point observateur; mais il est plus aisé de le dire que de le prouver (a). Ce qui est incontestable, c'est qu'il a bien mérité de l'astronomie. Son *Almageste* entier ne lui appartient pas; nous l'avons dépouillé pour rendre justice à Hypparque; mais cet ouvrage indique un esprit vaste: il reste encore assez à Ptolémée pour en faire un très-grand homme. Ce n'est point sans génie qu'on occupe de ses travaux le monde savant pendant quatorze siècles. En rendant cette justice à Ptolémée, après avoir dit ses défauts & ses torts, nous croyons tenir exactement la balance entre les Arabes, les premiers astronomes Européens qui l'ont trop loué, & les modernes qui l'ont trop déprimé. Ce grand astronôme mourut, dit-on (b), âgé de soixante-dix-huit ans. On rapporte qu'étant invité à la table d'un Roi, il refusa, disant *que les Rois ressemblent à ces tableaux, qui sont faits pour être vus de quelque distance* (c).

§. XXIX.

LA gloire de l'école d'Alexandrie finit avec Ptolémée. Cette école subsista encore pendant cinq siècles, elle conserva sa réputation, mais elle ne fit rien pour l'astronomie. On n'y trouve plus que des commentateurs, qui se traînent à la suite

(a) Eclairc. Liv. IV, §. 34.
(b) Gassendi, *in vitâ Peiresch.*

(c) Riccioli, *Almagest.* Tome I, p. XLIII.

d'Hypparque & de Ptolémée. Le mérite astronomique fut borné à entendre & à expliquer leurs ouvrages, jusqu'aux Arabes qui reprirent le sceptre de cette science.

On trouve dans ces tems stériles Hipficles, Julius Firmicus, Théon le jeune, qui fut observateur, & qui a marqué son existence, en nous laissant quelques observations. Hypatia, sa fille, distinguée par un sexe qui orne tous les talens, avoit dressé des tables astronomiques. Hétychius (a) raconte qu'elle fut massacrée & déchirée par les habitans d'Alexandrie, jaloux de sa gloire. Les envieux modernes épargnent au moins la vie, en déchirant la réputation. Mais ce n'est point à l'envie que ce crime doit être attribué; Hypatia périt dans une sédition: on la massacra parce qu'on soupçonnoit qu'elle étoit la cause de la mésintelligence, qui régnoit entre Saint Cyrille, patriarche d'Alexandrie, & le gouverneur Oreste (b).

On peut nommer encore l'évêque Synesius, auteur d'un planisphere; Thius, qui fit quelques observations; le philosophe Simplicius, commentateur d'Aristote; Achilles Tatius; Rufus Sextus Avienus, qui expliquèrent Aratus; Pappus, Proclus & Boèce, qui avoient travaillé sur l'Almageste. Boèce étoit romain & homme consulaire; il avoit fait une traduction de l'Almageste, qui a été perdue (c). Son talent dans la mécanique & dans la gnomonique est connu par une lettre de Théodoric, Roi des Goths, qui lui demande deux horloges pour le Roi de Bourgogne; l'une solaire, qui donnât l'heure par les rayons du soleil, l'autre hydraulique, qui servît pour la nuit. » Je veux, dit-il, que vous soyez connu chez les » peuples où vous ne pouvez aller, & qu'ils sachent que nous

(a) Hétychius, de *Philosoph.*

(b) Socrate, *Hist. ecclesiast.* L. VII, c. 13.

(c) Cassiodore, *Lib. I, variar. Epist.*

45.

» avons 3 hommes d'une naissance distinguée , qui valent
 » bien les écrivains anciens dont on admire les ouvrages ». Cependant le prince , après l'avoir loué , le fit périr. On ne fait si ce fut parce que Boèce avoit l'esprit trop républicain , ou si ce fut à cause de l'arianisme dont Théodoric étoit infecté , & contre lequel Boèce se déchaîna. Les conquérans sont féroces. Quand on approche les lions , il faut craindre leur réveil.

§. XXX.

DEPUIS l'établissement de la religion chrétienne , l'église ayant réglé qu'on célébreroit la fête de Pâques le premier dimanche après la pleine lune , qui tombe le jour de l'équinoxe du printemps , ou qui suit cet équinoxe , on eut besoin de l'astronomie pour régler d'avance & annoncer le tems de cette fête. Des évêques , peu instruits dans ce genre , se servirent d'abord de l'octaétéride de Cléostratè & d'Harpalus (a) , ou de la période de huit ans , qui étoit en erreur d'un jour & demi , en sorte qu'après vingt de ces périodes , la Pâque devoit s'écarter d'un mois (b). Il étoit important de connoître d'avance le jour où tombe la pleine lune qui règle cette fête ; il étoit encore plus essentiel de l'indiquer pour un jour qui ne s'écartât point de la règle établie par l'église. Anatolius , qui vers l'an 270 , avant d'être évêque de Laodicée , fut à Alexandrie le chef de l'Ecole Péripatéticienne , pensa que le cycle de Méton , la période de dix-neuf ans , qui ramène les pleines lunes aux mêmes jours du mois , offroit à cet égard les avantages qu'on pouvoit desirer.

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne ,
 p. 223.

(b) Mém. Acad. des Scienc. Tome VIII ,
 p. 354.

Il appliqua ce cycle à la détermination du tems pascal, & il en fixa le commencement au 22 Mars de l'an 276 de notre ère. Ce fut un service important qu'il rendit au calcul & au calendrier ecclésiastique. Avec ce cycle, dans lequel les phases de la lune arrivent à des jours marqués, & dans un ordre, qui revient à peu près le même au bout de dix-neuf ans, on fut en état d'annoncer la Pâque.

En conséquence, le Concile de Nicée régla que l'évêque d'Alexandrie, qui siégeoit dans une ville savante, seroit chargé de déterminer le jour où on devoit célébrer la Pâque, & de l'indiquer à tous les évêques par des lettres circulaires (a). C'est alors que les prélats établirent leur calcul sur le calendrier alexandrin, & choisirent, pour époque du cycle de dix-neuf ans, la nouvelle lune arrivée à midi à Alexandrie, le 28 Août, qui précéda l'avènement de Dioclétien à l'Empire. Ce jour étoit le dernier du calendrier alexandrin. Depuis le regne d'Auguste, où l'année avoit cessé d'être vague, elle commençoit le 29 Août. La première année du cycle fut aussi la première du regne de Dioclétien (b); d'où vient l'ère de Dioclétien, dont les chrétiens firent usage pendant quelques siècles.

§. XXXI.

DENIS, surnommé *le Petit*, en suivant l'idée d'Anatolius, introduisit dans l'église romaine, un nouveau cycle de cinq cent trente-deux ans pour la détermination de la Pâque. Cette période est composée de vingt-huit cycles lunaires de dix-neuf ans. Ce nombre de vingt-huit est celui des années d'un cycle,

(a) Petavius, *Doct. temp.*
Tome I.

(b) Cassini, *Mém. Acad. Sc. T. VIII*, p. 355.
Dd

appelé *cycle solaire*. Il a l'avantage de ramener les mêmes jours de la semaine aux mêmes jours du mois & de l'année Julienne. Nous ne croyons pas que Denis ait employé ici beaucoup de savoir astronomique. Il est clair qu'il a voulu trouver une période qui ramenât les nouvelles & les pleines lunes aux mêmes jours de la semaine & du mois ; il a vu qu'il suffisoit de multiplier les deux cycles de dix-neuf & de vingt-huit ans l'un par l'autre. Mais cette période n'est pas exacte ; en cinq cent trente-deux ans les années juliennes excèdent les vraies années solaires de quatre jours entiers , & la lune s'écarte de deux jours (a). Elle seroit moins en erreur , si l'année étoit telle qu'Hypparque l'a déterminée , & telle que Denis pouvoit la connoître. C'est ce chronologiste , qui en 527 établit pour époque l'année de la naissance de J. C. : ce qui a été suivi par toutes les nations chrétiennes.

Il y avoit encore alors une petite période de quinze ans , qui est celle des indictions. On ne connoît gueres ni son objet , ni même le tems où son usage a commencé. On présume qu'elle est due à un tribut , levé sous les Empereurs Romains pour la subsistance des anciens soldats , qui avoient servi quinze ans (b). On ne s'en sert plus que dans les actes de la Cour de Rome. Elles commencent le premier Janvier 313. Ce sont ces trois especes de périodes que Scaliger , en suivant l'idée de Denis le Petit , a imaginé de multiplier l'une par l'autre. Il en résulte un nombre , une période de sept mille neuf cent quatre-vingt ans , qu'il a nommée *période julienne* , dans laquelle il n'y a pas deux années qui ayent les mêmes nombres pour les trois cycles ; & lorsqu'elle est achevée , les trois cycles recommencent ensemble dans le même ordre.

(a) *Ibidem* p. 350.

(b) Encyclopédie , art. Indiction.

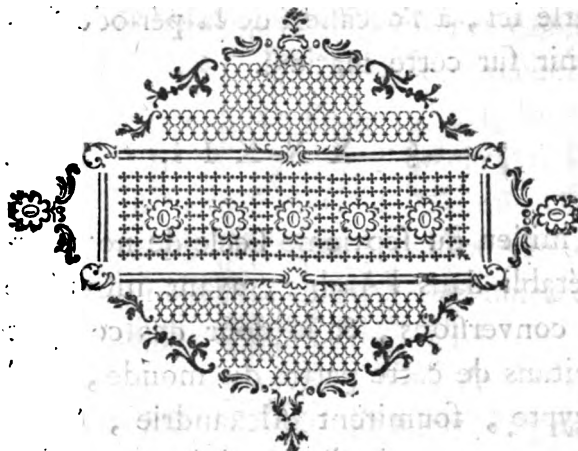
Elle est supposée commencer quatre mille sept cent treize ans avant notre ère , & elle ne finira que l'an trois mille deux cent soixante-sept. Scaliger a proposé cette période comme une mesure universelle à laquelle on pouvoit rapporter toutes les autres périodes , toutes les époques & les chronologies des différens peuples connus : son étendue lui donne en effet cet avantage. Plusieurs astronomes en ont fait usage : nous en avons parlé ici , à l'occasion de la période de Denis , pour ne pas revenir sur cette matière.

§. XXXII.

VERS le milieu du septième siècle de notre ère , le Mahométisme , établi dans l'Arabie , ayant inspiré le fanatisme , le zèle des conversions , & le désir des conquêtes aux très-anciens habitans de cette partie du monde , les Arabes entreurent en Egypte , s'emparèrent d'Alexandrie , & détruisirent le plus beau monument de l'antiquité , cette fameuse bibliothèque , qui renfermoit les trésors du génie & de l'érudition. Envain un philosophe , Philoponus , conjura Amrou , général des Arabes , de la conserver ; le Calife Omar , consulté , répondit ; *si ces livres sont conformes à l'Alcoran , ils sont inutiles ; s'ils lui sont contraires , ils sont détestables*. On pourroit croire que la politique a dicté cet arrêt ; mais la foi d'une religion nouvelle ne connoît point cette politique , & la réponse n'est que barbare. Cette précieuse collection servit pendant plus d'un an à chauffer les éruves d'Alexandrie. Quelques manuscrits échappèrent sans doute , mais ils n'ont servi qu'à faire regretter les autres. Les sciences & les lettres périrent avec la bibliothèque ; & cette école célèbre , fondée deux cent quatre-vingt ans avant J. C. , finit l'an six cent

D d ij

quarante-deux, après avoir brillé pendant trois ou quatre siècles depuis Aristarque jusqu'à Ptolémée, & avoir subsisté depuis lui, pendant cinq cens ans, mais avec moins d'éclat.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SIXIEME.

Des Arabes, des Persans & des Tartares modernes.

§. PREMIER.

LES barbares sont comme les enfans qui détruisent tout , regrettent bientôt ce qu'ils ont détruit , & pleurent ce qu'ils ont perdu. Les Arabes , après avoir brûlé la bibliotheque , dispersé les savans d'Alexandrie , lorsqu'un siecle fut à peine écoulé , commencerent à desirer la lumiere des sciences & des lettres ; ils vinrent puiser ces lumieres à Alexandrie , à la source même où ils avoient cherché à les éteindre. Ils remuerent les cendres qu'ils avoient amoncelées , & ils recueillirent les restes échappés au feu & à leur barbarie.

Les Arabes sont très-anciens : si nous ne les avons pas rangés dans l'histoire de l'Astronomie, à la date d'une plus haute antiquité, ce n'est pas que la leur n'égale peut-être celle des autres peuples ; mais nous avons trop peu de chose à en dire. Ils ont régné à Babylone depuis l'an 2283, jusqu'à l'an 2068 avant J. C. (a). C'étoit sans doute par droit de conquête ; ce qui prouve qu'ils étoient dès-lors un peuple nombreux & puissant. L'astronomie des Arabes se bornoit presque à la connoissance des étoiles ; mais cette connoissance étoit déjà très-étendue. M. Hyde a remarqué que dans aucune langue du monde les noms des étoiles ne sont aussi nombreux (b). Il n'y a presque point d'étoiles, qui-n'ayent un nom particulier. L'antiquité de ces noms est prouvée par la source d'où on les a tirés ; ce sont les troupeaux, la vie pastorale & le premier état de tous les hommes, dont les Arabes ont conservé les institutions plus long-tems que les autres peuples. On peut croire que leur langue & ces noms d'étoiles ont à peu près la même date.

§. I I.

ON compte trois especes d'Arabes, les Arabes purs ou primitifs, les Mostarabes, & les Arabes modernes. Les Arabes purs sont les premiers habitans du pays. Quand Ismaël, fils d'Abraham, vint s'y établir, ses descendans se croiserent avec les naturels, & de là vinrent les Arabes mêlés ou mostarabes ; les Arabes modernes sont le même peuple, mais considéré depuis l'établissement du mahométisme, depuis les conquêtes & l'énorme puissance dont il étonna l'univers. Les Arabes ne

(a) Sincelle,
Astron. anc. p. 357.

(b) Commentaire sur les tables d'Ulughbeg, p. 4.

remontent pas , dans leurs généalogies , jusqu'à Ismaël , ils s'arrêtent à Adnan , l'un de ses descendans , & tout curieux qu'ils sont de leurs races , il ne savent rien au-delà de cette antiquité (a).

Les Arabes en général rendoient un culte aux étoiles ; de là on peut inférer que ce culte & la connoissance des astres qu'il suppose , appartiennent aux Arabes primitifs , qui ont précédé Ismaël & Abraham. Il n'est gueres probable que la famille d'Ismaël ait apporté cette idolatrie dans l'Arabie : elle ne pouvoit y faire connoître que le vrai Dieu , qui s'étoit manifesté à Abraham , ou le culte du feu , établi dans le pays qu'elle quittoit.

§. I I I.

PARMI les astres que les Arabes adoroient , Abulfarage (b) cite le Soleil , la Lune , Jupiter , Mercure , & les étoiles Aldebaran , Canope , Sirius. S'il n'a point cité Mars & sur-tout Vénus qui a tant d'éclat , c'est sans doute par ignorance ; car sans considérer Vénus comme la mere du Dieu qui anime la nature , la plus brillante des planetes devoit avoir part à leurs hommages. Le même historien prétend que ces anciens Arabes n'étoient point un peuple grossier ; ils cultivoient la poésie & les lettres. Quant à l'astronomie , ils s'occupoient du lever & du coucher des étoiles ; ils faisoient attention à celles qui sont opposées , les unes se levant tandis que les autres se couchent ; ce qui prouve qu'on avoit quelque connoissance de leurs positions respectives. Nous pourrions même en inférer encore que les Arabes s'occupoient de la recherche du mouvement du soleil ; car c'est par le moyen des étoiles , qui se levent

(a) Herbelot, *Bibliot. orient.* p. 120.

(b) *Hist. Dynast.* p. 101.

au moment où il se couche, qu'on a pu parvenir d'abord à marquer à peu près son lieu dans l'écliptique. Ils connoissoient encore, dit Abulpharage, l'influence des étoiles sur l'atmosphère & sur les intempéries des saisons; c'étoit le fruit d'une longue expérience (a). On trouve partout cette recherche du retour des mêmes intempéries par les étoiles. Le mouvement de la lune régloit leur calendrier; leurs mois étant alternativement de 29 & de 30 jours, & leur année de 354, selon la manière de compter vulgaire & en nombres ronds; mais plus exactement ils remarquoient qu'en 30 ans il falloit ajouter 11 jours; d'où on voit que leur année lunaire étoit de 354^j 8^h 48'. Ils intercaloient un jour à mesure que les fractions de jour s'accumuloient. Cette année étoit plus courte de 39" que celle d'Hypparque & de Ptolémée. On ne peut douter qu'elle ne fût plus ancienne; & qu'elle ne leur fût propre. Ce n'étoit point ainsi que comptoient les Chaldéens, les Egyptiens, ni les Indiens, qui tous faisoient usage d'une année solaire. Celle qui est réglée par la lune annonce des peuples nomades & pasteurs, c'est l'indice de leur origine, mais lorsqu'ils conservent cette forme d'année dans les villes, où devoient fleurir les arts & s'établir d'autres institutions, c'est la marque de leur ignorance,

§. I V.

IL est cependant un point sur lequel ces anciens Arabes se réunissoient aux autres peuples. On dit qu'ils partageoient l'année en six saisons (b). On retrouve à la Chine un exemple d'une division semblable (c). Ils avoient donc une mesure de

(a) Hist. Dynast. p. 101.

(b) Hist. univ. Tome XII, p. 549.

Chardin, Tome V, p. 133.

(c) *Infra*, Liv. VII.

tems

tems de deux mois lunaires ; ce sont des traces de ces années de deux mois , dont ont fait mention les auteurs Grecs (a) : en un mot c'est la période de 60 jours , qui est encore en usage à la Chine , & qui , par son analogie avec la période de 60 ans , établie dans toute l'Asie , lie les Arabes à tous les peuples de cette vaste partie du monde. C'est le seul titre de famille ; mais il suffit pour connoître la parenté.

On voit cependant que les Arabes avoient quelque égard au mouvement du soleil. On trouve chez eux un mois intercalaire appelé *Neffa* (b) , qui tous les trois ans les rapprochoit du cours du soleil. Ils commençoient le jour civil par la nuit (c) , comme tous les peuples qui se sont réglés sur la lune , & dont les mois se renouveloient à son apparition. Une chose remarquable , c'est que le dernier & le premier de leurs mois étoient consacrés à la paix. Le premier même , le mois de *Muharran* tiroit son nom de la défense de combattre. On ne pouvoit venger aucune espece d'affront ; quiconque avoit un ennemi étoit en sûreté pendant ces deux mois (d). Un pareil usage fait honneur au peuple qui l'a établi , & sur-tout au peuple qui fait l'observer. Chez nos peuples policés , mais toujours armés , l'image de la guerre trouble le repos de la paix ; il n'existe point de loi , il n'est point de tems qui force les hommes de se souvenir qu'ils sont freres. Pour ne point trop louer ni des tems qui ne sont pas à regretter , ni des hommes que nous surpassons en humanité comme en science , il faut dire que si les Arabes ne violoient pas la défense , ils favoient au moins l'éluder souvent , au moyen de l'intercalation du mois qu'ils faisoient arbitrairement tous les trois ans (e) ; peut-être même

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 158 & 397.

(b) Herbelot , p. 669.

(c) Alfergan , p. 3.

(d) Golius *ad Alfergan* , p. 5 & 9.

(e) Herbelot , p. 431.

le faisoit-on sans nécessité , & le calendrier souffroit des querelles des hommes. Mahomet , qui vouloit établir sa religion par le glaive , les délivra de cet embarras , en permettant de combattre dans tous les tems.

§. V.

QUAND Mahomet parut chez ce peuple , encore peu civilisé , la guerre civile qui s'alluma , développa le courage , le fanatisme y joignit son enthousiasme ; ainsi les esprits reçurent tout le mouvement nécessaire au génie. Mais ce génie ne s'annonça d'abord que par la guerre & par les conquêtes ; il ne fallut pas moins que la Syrie , la Perse , l'Egypte , les côtes d'Afrique & l'Espagne , pour assouvir l'ambition des Arabes. Ces conquêtes furent rapides , la paix amena le loisir. Les Arabes , libres de se considérer eux-mêmes , s'aperçurent de leur ignorance , & ils sentirent qu'il peut manquer quelque chose aux maîtres de la terre.

Ils étoient heureusement placés pour s'éclairer. Ils avoient au nord le pays des Chaldéens , & non seulement les traditions , qui pouvoient y subsister encore , mais des bibliothèques nombreuses , qui n'ont péri que depuis , & qui renfermoient sans doute des collections précieuses ; au levant étoient les Indiens , si anciens dans l'Asie , & qui peut-être possèdent la plus grande partie des restes de l'ancienne astronomie ; au couchant ils avoient l'Egypte , Alexandrie , & toutes les connoissances dont Hypparque & Ptolémée ont enrichi la science. Ce furent le goût & la protection des Califes , qui appelerent ces connoissances en Arabie. Le goût des princes est toujours créateur. On a remarqué que tous les peuples ont commencé à s'éclairer par leurs souverains. La lumière descend chez les peuples grossiers ; au contraire , elle remonte chez une nation éclairée :

c'est que la place élève toujours l'homme , elle déploie tout ce que la nature a donné ; mais lorsque les connoissances se sont accumulées , le sentiment du pouvoir & de la grandeur ne supplée ni à l'instruction , ni au génie.

§. V L

HAROUN AL RASCHID , ce Calife , qui a laissé une si grande réputation dans l'Asie , donna dans le neuvieme siècle à l'Europe des preuves de la perfection des arts chez les anciens. Il envoya à Charles-Magne des ambassadeurs & des présens , parmi lesquels étoit une horloge de léton , d'une exécution admirable pour le tems. Mise en mouvement par une clepsidre , elle marquoit les douze heures ; & il y avoit autant de balles d'airain , qui tomboient sur un timbre placé au-dessous ; douze portes s'ouvroient pour donner passage à autant de cavaliers. Cette horloge indiquoit , dit-on , une infinité d'autres choses (a). Nous avons soupçonné (b) qu'il ne tomboit qu'une de ces balles à chaque heure , & seulement comme un signal. Nous pensons que les cavaliers étoient ajoutés pour indiquer le nombre des heures écoulées ; de manière qu'en même tems que la balle avertissoit du moment des heures , les cavaliers en faisoient connoître le nombre. Ce goût des figures mouvantes a subsisté long-tems en Europe dans plusieurs horloges , qui sont détruites aujourd'hui. Les inventions renfermées dans celle-ci démontrent que l'art étoit très-anciennement cultivé. Car les Rois peuvent créer le goût des arts ; mais dans les arts mécaniques sur-tout , la

(a) *Ann. Reg. Franc. Pip. Caroli* , &c.
ad ann. 807.

Weidler , p. 205.
(b) *Suprà* , Liv. II , §. 14.

perfection est l'ouvrage du tems ; & il faut que bien des siècles & plusieurs génies passent pour ajouter une perfection nouvelle à un nombre de perfections.

§. VII.

VERS l'an 800, au commencement du neuvième siècle, sous les regnes d'Almanzor, d'Haroun al Raschid & d'Almamon, Bagdad devint le centre des connoissances humaines, comme Alexandrie l'avoit été sous Ptolémée. Mais le véritable restaurateur de ces connoissances fut Almamon, fils d'Haroun al Raschid. Il fit plus que son pere, parce qu'il aima & cultiva les sciences qu'Haroun s'étoit contenté de protéger. Il commença à régner l'an 814 de notre ère (a). Il eut pour instituteur Jean Mesva, médecin chrétien, que son pere lui avoit donné pour guide dans ses voyages (b), & Kessâï, Persan, qui fut toujours auprès de lui dans la plus grande faveur. Nous rapporterons l'anecdote suivante, pour montrer la manière dont le maître traitoit avec son illustre disciple. Un jour Kessâï se présenta à la porte de l'appartement du Prince, pour lui donner leçon ; le prince étoit à table avec ses amis, il écrivit sur une feuille de myrthe un distique, dont le sens étoit : *il est un tems pour étudier, & un tems pour se divertir ; celui-ci est le tems des amis, de la rose & du myrthe qui m'enrête.* Kessâï lui répondit ; sur le dos de la même feuille, par un quatrain : *si vous aviez compris l'excellence du savoir, vous préféreriez sans doute le plaisir qu'il donne à celui que vous goûtez présentement ; & si vous saviez celui qui est à votre porte, vous vous leveriez aussi-tôt, & vous viendriez, prosterné à terre, louer & remercier Dieu de la grace qu'il vous fait.* Almamon.

(a) Herbelot p. 245.

(b) Hist. des Mathémat. T. I. p. 142.

quitta ses amis & vint au devant de son maître (a). A travers l'emphase du langage oriental, on peut juger de la considération, alors accordée aux sciences, par la liberté avec laquelle les savans parloient à ces souverains despotiques.

§. V I I I.

LES Arabes ne sont recommandables que pour avoir été l'entrepôt des sciences, pour avoir conservé le feu sacré, qui se seroit éteint sans eux. Mais s'ils nous ont transmis les sciences, ils nous les ont fait passer à peu près telles qu'ils les avoient reçues; à peine une découverte mémorable marquerelle leur existence. C'est le sort des peuples qui renouent le fil des connoissances; lorsque la destinée ne leur accorde pas une longue durée sur la terre, ils ne peuvent que refaire ce qu'on avoit perdu, & n'ont pas le tems d'aller plus loin. L'impulsion qu'Almamon va donner aux Arabes, ne subsistera, même en s'affoiblissant, qu'environ deux siècles. Ce prince avoit rassemblé de toutes parts les savans à Bagdad. Un trait remarquable, & qui fait d'autant plus d'honneur à Almamon qu'il est unique dans l'histoire, c'est qu'au sortir d'une guerre heureuse, en accordant la paix à Michel III, Empereur de Constantinople, il y mit pour condition la liberté de recueillir tous les livres de philosophie, qui se trouveroient dans la Grece, pour les faire traduire en arabe. On haïroit moins les conquérans, s'ils ressembloient à ce Calife. On aime à voir un souverain tirer ce fruit du fleau de la guerre, & lever un tribut de lumieres sur les vaincus. Il confia le travail des traductions aux savans qu'il avoit rassemblés; il y présidoit, les éclairoit lui-même, & prenoit part à leurs disputes (b).

(a) Herbelot, p. 260.

(b) Abulpharage, p. 160.

l'Almageste, dont sans doute on avoit tiré le texte d'Alexandrie, fut le premier livre traduit.

§. I X.

Le premier élément qu'Almamon se proposa de vérifier fut l'obliquité de l'écliptique, plusieurs astronomes s'en occupèrent; il fit construire exprès de grands instrumens. Mais nous n'entrerons point ici dans ces détails; nous faisons l'histoire de l'esprit humain, nous ne prétendons point le suivre lorsqu'il revient sur ses pas, lorsqu'il ne fait que réparer ses pertes: ces efforts semblables, répétés chez différens peuples, & plusieurs fois, seroient ennuyeux pour les lecteurs. Nous ne citerons que les faits remarquables, nous rejetons le reste dans nos éclaircissémens. L'entreprise la plus importante du regne d'Almamon fut celle de la mesure de la terre. Les Arabes n'ignorent pas que Ptolémée donnoit 180000 stades à l'étendue de la circonférence; ils connoissoient peut-être les autres mesures de la terre, ou plutôt les transformations d'une mesure unique. Au reste, ces anciennes opérations n'en empêchoient pas une nouvelle, elle paroissoit nécessaire, comme vérification, au renouvellement de l'astronomie. Nous sommes toujours persuadés que nous allons surpasser nos prédécesseurs. Cette pensée n'est seulement pas de notre orgueil, elle tient à la nature des choses. Dès que l'esprit humain est en action, il se perfectionne; en recommençant on fait mieux, en succédant on va plus loin; mais cette vérité suppose que l'on part du point où nos prédécesseurs étoient restés, & qu'en répétant leurs travaux, on a des moyens semblables ou meilleurs: ces moyens perfectionnés manquoient aux Arabes. Nous n'avons point les détails de leur observation, nous savons seulement qu'ils ont trouvé le degré de 56 milles deux tiers; & par une exacte évaluation du

mille arabe, nous trouvons que cette longueur du degré répond à 54563 toises : ils se tromperent donc d'environ 2500 toises. Ils ne firent pas mieux qu'Eratosthenes , & beaucoup moins bien que Possidonius & les antiques habitans de la terre , à qui on doit la mesure primitive & originale. Cependant les Arabes avoient des instrumens , & s'ils n'ont pas approché de la précision de cette mesure originale , c'est que sans doute aux tems où elle fut exécutée , on avoit des instrumens meilleurs , & des moyens d'exactitude qui manquoient aux Arabes. Tout nous ramene donc à croire que l'astronomie ancienne & primitive étoit une astronomie très-avancée.

§. X.

CE que les Arabes adopterent avec plus d'ardeur ce fut l'astrologie judiciaire. Cette erreur est naturalisée dans l'Asie méridionale , où un climat brûlant allume l'imagination , où les desirs excités demandent des espérances , & où l'homme plus foible qu'ailleurs , croit plus aisément ce qu'il souhaite.

Jacob Alkindi , Juif , qui passe parmi nous pour avoir été magicien , fut un astrologue célèbre sous le regne d'Almamon. Les Musulmans , jaloux du savoir du Juif , l'accusèrent de magie. L'astrologie ne se mêloit pas seulement de l'avenir , mais alors elle embrassoit la divination. On rapporte que s'étant élevé une dispute & un défi entre Alkindi & un docteur Musulman ; chacun d'eux fit un cercle autour de soi. Il faut convenir que le cercle tenoit un peu de la magie ; on a vu que chez les Chaldéens ces deux prétendues sciences étoient déjà liées : mais au reste les deux adversaires avoient chacun leur cercle , & le Musulman n'avoit rien à reprocher au Juif. Le docteur ayant écrit deux mots sur un papier fermé , le présenta au Calife & défia Alkindi de deviner ces mots.

L'épreuve étoit difficile ; cependant Jacob , qui étoit sans doute un fripon plus adroit , ayant pris ses livres , ses instrumens , rêva quelque tems , & répondit que le premier de ces mots étoit une plante , & le second un animal. Almamon ouvrit le papier , & y trouva *assâ moufa* , verge de Moïse ; ce qui frappa d'étonnement le Calife & tous ceux qui étoient présens. Jacob railla son adversaire confondu. Un disciple de ce docteur , outré de la honte que son maître avoit essuyée , se rendit chez Alkindi avec un poignard caché ; mais Alkindi , bien averti sans doute , lui dit d'une voix terrible : *vous venez pour m'assassiner , quittez ce dessein , ainsi que le poignard que vous portez , & je vous apprendrai l'astronomie*. Cet homme étonné jeta son couteau , & se rangea au nombre de ses disciples , dont il fut le plus célèbre , car cet homme étoit Albumazar (a). Cette croyance à l'astrologie , à la magie , à la divination , fait un contraste singulier avec les connoissances que les Arabes tenoient de l'école d'Alexandrie. Nous avons cru qu'il nous seroit permis de rapporter ces traits qui peignent les mœurs des nations , le caractère des savans du tems , la maniere dont les sciences étoient cultivées , & qui d'ailleurs délassent un peu de la sécheresse des matieres que nous traitons.

§. X I.

CET Albumasar , qui a joui d'une grande réputation , ne la dûit qu'à l'astrologie. Il a fait un traité des conjonctions des planetes , mais c'étoit pour connoître l'instant de la naissance du monde & le tems de sa durée , qui , selon lui , dépendent évidemment de ces conjonctions. Il s'occupa aussi de la durée

(a) Hezbelot , page 149.

des religions, qui partageoient l'empire de la terre. La religion chrétienne ne devoit subsister, selon lui, que 1460 ans; la religion mahométane 544 ans (a). L'une devoit donc finir l'an 1460, & l'autre l'an 1166 de notre ère. Il n'a pas été plus heureux dans l'horoscope du mensonge que dans celui de la vérité. On voit que les Arabes ne s'appliquoient à l'astronomie que dans la vue de parvenir à la connoissance de l'avenir. L'erreur a du moins produit ce bien, que l'astronomie a été cultivée. C'étoit la manie & l'esprit du tems, par lequel un grand homme est lui-même entraîné; l'histoire d'Alkindi nous fait voir qu'Almamon donna dans ces rêveries. Il paroît que ce Calife s'occupa aussi de l'astrologie naturelle, si anciennement établie dans l'Asie; il observa, dit-on, avec soin le retour des vents (b). Tout cela prouve que les Arabes, en possédant les sciences, n'en possédoient pas encore l'esprit. Messalah, Juif, qui vivoit à Bagdad sous le regne d'Almamon, pensoit que les étoiles étoient éclairées par le soleil; car voulant prouver que cet astre est plus grand que la terre, il dit (c) que s'il étoit égal ou plus petit, l'ombre de notre globe s'étendrait à l'infini, & qu'une partie des étoiles seroit éclipsée toutes les nuits. Il n'étoit pas plus avancé que cela.

§. XII.

VOILA un exemple des absurdités que l'ignorance ajoute aux connoissances précises & vraies. A ce mélange, on reconnoît des commençans, qui balbutient les principes & défigurent les vérités. On ne les accusera point d'avoir découvert ces vérités; l'altération seule leur appartient, & les absurdités

(a) Albumasar, *de mag. conjunct.* Tr. II, c. dernier.
Herbelot, p. 28.

(b) Elmacin: *Hist. des Arab.*, L. II, c. 8.
(c) Messalah, *de elementis & orbibus*, c. 8.
publié à Nuremberg par J. Heller en 1549.

sont leur ouvrage. Si l'Almageste ne portoit pas le nom de Ptolémée, si nous n'en connoissions que la traduction arabe, croirions-nous que ce peuple est l'auteur des méthodes renfermées dans ce livre, en voyant à côté des principes tant d'applications fausses & absurdes, en voyant les erreurs de l'astrologie mises de niveau avec les regles de la saine astronomie; & Almamon, le restaurateur des sciences, qui s'étonne de quelques tours d'adresse, & daigne être juge de la querelle élevée entre deux prétendus forciers; on prononceroit sans doute que l'Almageste a été communiqué au Calife & à ce peuple, on diroit qu'il est pour eux une science adoptive. C'est sur ce principe que nous avons jugé les Indiens & les Chaldéens, ils n'ont pas été plus inventeurs que les Arabes ne l'étoient alors: avec cette différence que ceux-ci étoient dignes d'être les disciples des philosophes d'Alexandrie. Ils entendoient leurs maîtres; ils se sont même honorés depuis par quelque invention, & ils ont joint à l'intelligence & au génie l'esprit méthodique qui est toujours leur apanage: au lieu que les anciens peuples nous ont conservé les restes de l'ancienne astronomie sans ordre, & avec toutes les fables qui s'y sont mêlées par le laps du tems. Nous aurions tout perdu s'ils n'avoient pas eu plus de mémoire que de jugement.

§. XII.

Nous allons citer les astronomes Arabes qui se sont distingués. Alfergan est le premier; il vécut sous le regne d'Almamon, & nous a laissé des élémens d'astronomie, qui ne sont que des extraits de l'Almageste. Thebith vint quelque tems après lui, & mérite mieux le nom d'astronome: il fit sans doute des observations qu'il compara à des observations plus anciennes, pour déterminer la longueur de l'année. Il trouva

que la révolution du soleil à l'égard d'une même étoile , étoit de $365^{\text{h}} 9' 12''$, plus grande de $14''$ seulement que celle qui résulte de nos observations modernes. Ce n'est pas cette détermination qui le rendit célèbre , ce fut une erreur qu'il eut occasion d'imaginer , ou plutôt de renouveler. Les erreurs brillantes donnent plus de réputation que les vérités simples & utiles. Il avoit sans doute entre les mains quelque manuscrit, quelque dépôt des anciennes observations orientales; ces observations l'éclairèrent sur la vraie longueur de l'année, elles le tromperent sur le mouvement des étoiles en longitude. Il crut s'appercevoir que ce mouvement, ou plutôt la rétrogradation des points équinoxiaux ne se faisoit pas toujours dans le même sens. Hypparque & Ptolémée avoient établi que , tandis que ces points reculoient , les étoiles paroissent s'avancer constamment & uniformément le long de l'écliptique. Thebit trouva des observations fort antérieures à ces astronomes , qui montroient que ces étoiles avoient été plus avancées qu'elles ne l'étoient de leur tems. Elles avoient donc rétrogradé , avant d'avoir un mouvement progressif. Il y avoit donc une alternative dans ce mouvement tantôt direct , tantôt rétrograde; ou plutôt dans le mouvement des points équinoxiaux , qui en est la cause réelle. Cette conclusion étoit juste ; mais elle portoit sur des observations fausses : elle ne produisit qu'une erreur. Thebit établit que les points équinoxiaux devenoient alternativement directs & rétrogrades ; & comme il étoit disciple de Ptolémée , comme c'étoit alors la mode de faire exécuter tous les mouvemens dans des cercles , il imagina que ces points se mouvoient sur de petits cercles qui mesuroient leurs plus grandes excursions. Ce mouvement étoit une vraie oscillation , un mouvement libratoire ; il lui donna le nom de *trépidation des fixes*.

§. XIV.

IL résulloit du mouvement des points équinoxiaux sur ces petits cercles une altération dans l'angle de l'obliquité de l'écliptique. Thebith établit qu'elle étoit variable , mais aussi par une espece d'oscillation ; c'est-à-dire , que sa variation étoit limitée, & qu'après avoir diminué pendant quelque tems, elle augmentoit pendant un tems égal. Thebith s'étoit aperçu que l'obliquité de l'écliptique, mesurée par les Arabes, étoit beaucoup plus petite que celle qui résulloit des observations d'Ératosthenes , d'Hypparque & de Ptolémée. Nous avons soupçonné qu'on eut , dès le tems d'Éudoxe , & peut-être avant , la connoissance de ce phénomène ; mais Thebith est le premier de qui on peut l'affirmer. La théorie qui expliquoit ce phénomène lui parut d'autant meilleure ; & il y a cela de remarquable , qu'il avoit raison de dire que cette variation étoit oscillatoire & alternative. Il ne se trompoit que sur la quantité & sur l'explication de ce mouvement.

§. XV.

ALBATEGNIUS, qui fleurit chez les Arabes vers le milieu du neuvieme siècle , est le plus grand astronôme qui ait paru sur la terre depuis Ptolémée. Ptolémée vint pour réunir les travaux d'Hypparque à ses propres travaux , & pour poser les fondemens de l'astronomie ; Albategnius vint pour les réformer : il s'aperçut que les hypotheses de cet astronôme cadroient mal avec l'état du ciel , il entreprit de nouvelles observations pour fonder de nouvelles tables.

Il vérifia les élémens de la théorie du soleil , & les retrouva à peu près tels qu'Hypparque les avoit établis , mais cette

vérification lui valut une découverte importante, celle du mouvement de l'apogée du soleil. Quelle que soit l'hypothèse que l'on admette pour représenter l'inégalité du soleil, soit qu'on suppose que son mouvement ait lieu dans un cercle excentrique à la terre, soit que le soleil soit porté dans un épicycle, où il se meut autour du centre, porté & mu sur un autre cercle, on conçoit que cet astre n'est pas toujours à la même distance de la terre. Il n'y a qu'un seul point dans un cercle, qui soit également éloigné de tous les points de la circonférence, c'est le centre. Or puisque dans la première hypothèse la terre n'y est pas, elle est différemment éloignée des différens points de la circonférence, & conséquemment, selon les tems & selon la partie de cette circonférence où se trouve le soleil, il est différemment éloigné de la terre. Dans l'hypothèse de l'épicycle, le centre de ce petit cercle se meut sur un plus grand, autour de la terre placée au centre, & se trouve toujours à la même distance de la terre. Mais de cette égalité de distance du centre de l'épicycle, & de ce que le soleil en parcourt la circonférence, il s'ensuit que cet astre est tantôt plus loin, tantôt plus près de la terre. Dans les deux hypothèses il y a donc inégalité des distances du soleil à la terre, & il résulte de cette inégalité qu'il y a un point où le soleil est le plus près, c'est ce qu'on nomme le *périgée*, & un point où il est le plus loin, c'est ce qu'on nomme l'*apogée*. Chaque planète a également son apogée & son périgée, ces points sont toujours diamétralement opposés dans le ciel; Hypparque & Ptolémée en avoient déterminé la position pour leur tems, c'est-à-dire, la distance en longitude de ces points aux points équinoxiaux. Il suit de la rétrogradation de ces derniers points, que les apogées des planètes doivent paroître s'avancer comme les étoiles. Ptolémée leur

attribua , comme aux étoiles , un mouvement d'un degré en cent ans. Albategnius qui observa plus de sept siècles après Ptolémée , trouva en effet l'apogée du soleil fort avancé , & beaucoup plus qu'il ne devoit l'être , d'après les suppositions de Ptolémée ; d'abord parce que ces hypothèses ne faisoient rétrograder les points équinoxiaux que d'un degré en cent ans , & qu'Albategnius trouva par ses observations récentes , comparées aux plus anciennes , que cette rétrogradation d'un degré avoit lieu en soixante-six ou soixante-sept ans ; précisément comme les Indiens le supposent dans leurs tables antiques. Les étoiles & les apogées avançoient donc d'autant ; mais cette correction , cette accélération de mouvement ne suffisoit pas encore. L'apogée du soleil étoit plus avancé qu'il n'auroit dû l'être conformément à ces suppositions , & à l'intervalle du tems écoulé entre Hypparque & Albategnius. L'astronôme Arabe en conclut que l'apogée du soleil avoit un mouvement propre , par lequel il s'avançoit uniformément le long de l'écliptique. La détermination de l'apogée des autres planetes n'étoit pas assez précise pour permettre de confirmer par leur mouvement observé , celui de l'apogée du soleil. Albategnius eut assez de génie pour sentir que la nature devoit avoir à cet égard une seule loi pour tous les corps célestes , & l'analogie le porta à établir que les apogées de toutes les planetes avoient un mouvement propre le long de l'écliptique , mais moins sensible que celui de l'apogée du soleil. Cette découverte a marqué les travaux des Arabes : c'est une pierre qu'ils ont mise à la construction de l'édifice du monde ; elle y est restée pour leur gloire & pour celle d'Albategnius. Cet astronôme a découvert un fait de la nature dont la cause étoit réservée à Newton.

§. X V I.

ALBATEGNIUS nous a laissé quatre observations d'éclipses du soleil & de la lune, qui avec celles de Thius que nous avons citées, sont utiles pour remplir les déserts qui séparent les astronomes d'Alexandrie des astronomes modernes. Il y a dans les observations une lacune de douze à treize siècles. Ces éclipses servent à vérifier les moyens mouvemens des deux planètes. Supposons, par exemple, que Tycho ait déterminé le moyen mouvement du soleil, en comparant un équinoxe observé par lui-même à un des équinoxes observés par Hypparque. En divisant le nombre des jours, des heures, des minutes écoulées dans l'intervalle par le nombre des années, il aura la durée de l'année, le tems que le soleil emploie à parcourir les 360 degrés du cercle, c'est son moyen mouvement; cette détermination sera d'autant plus sûre que les deux observations seront plus exactes. Mais comme toute observation est assujettie à une erreur plus ou moins grande, & difficile à apprécier, sur-tout dans les observations anciennes, comme dans le récit de ces observations mêmes il peut se glisser des fautes de copistes ou des erreurs de date, il s'ensuit qu'il est infiniment utile d'avoir dans cet intervalle de tems quelque bonne observation, que l'on essaye de représenter par le moyen mouvement connu; si elle est bien représentée, elle devient la preuve de l'exactitude de ce mouvement.

Albategnius reforma donc les tables de Ptolémée, & en construisit de nouvelles qu'il croyoit plus conformes à l'état du ciel. La gloire des architectes est la proportion & la solidité qui fait la durée des édifices; celle des astronomes est l'exactitude, ou du moins l'exactitude permise à notre industrie: elle rend leurs tables plus durables, & fait de leurs hypothèses la règle

d'un avenir plus étendu. Les astres marchent tous les jours pour démentir ces hypothèses ; il n'en est point que le tems ne mette en défaut ; les différences, qui nous séparent de l'exactitude & de la vérité, quelque petites qu'elles soient, s'accroissent avec les siècles, & produisent des erreurs à la fin sensibles. Le monde réel, la nature conserve dans une longue durée la perfection qu'elle tient de son auteur, elle a des loix immuables ; le monde des astronomes a besoin d'être retouché sans cesse, parce que ses auteurs sont des hommes. Mais des erreurs plus petites succèdent à de plus grandes, les hypothèses se perfectionnent, & la copie approche toujours de la perfection inaccessible de l'original. Albategnius prétendoit sans doute à cette gloire, il n'en a pas joui ; ses tables n'ont subsisté que peu de siècles après lui, parce qu'elles manquent par les fondemens. Il se trompa sur le moyen mouvement du soleil, sur la durée de l'année : tous les anciens l'avoient fait trop longue, il la fit trop courte de $2' \frac{1}{2}$. Cette erreur considérable ne permit pas que ses tables représentassent long-tems les phénomènes célestes.

§. XVII.

DANS le dixième siècle le Calife Sharfedaula protégea l'astronomie, & lui donna des encouragemens qui auroient amené de grands progrès, si le regne des Arabes, leur génie pour les sciences, n'avoit pas été sur son déclin. La voix des princes est puissante, ils sont la cause des productions & des succès. Mais s'ils sement, il faut que le sol soit fertile, & qu'il ne soit pas épuisé. Ce Calife fit construire un observatoire dans un angle du jardin de son palais à Bagdad ; il chargea deux astronomes d'y veiller à l'observation des sept planètes ; il a dû y placer des instrumens. Nous pensons même que c'est à ce prince

prince que sont dûs ces instrumens magnifiques, énormes pour la grandeur dont il est question dans les livres arabes. On y lit que l'obliquité de l'écliptique fut observée l'an 995, avec un quart de cercle de 15 coudées de rayon. Cet instrument, suivant notre évaluation de la coudée, ne pouvoit avoir moins de 21 pieds 8 pouces ; notre astronomie moderne n'en connoît point de si grands. Mais ce qui est plus extraordinaire, c'est le sextant avec lequel la même obliquité fut observée l'an 992 ; il avoit 40 coudées de rayon, & il étoit divisé en secondes. Ce rayon étoit donc de 57 pieds 9 pouces. On a peine à concevoir l'exécution & l'usage d'un pareil instrument ; il rend possible & vraisemblable le cercle d'Osmandué, qui ayant 365 coudées de tour, en avoit environ 66 de rayon. Il est difficile de se refuser au témoignage des auteurs Arabes, qui rapportent les observations faites avec ces deux instrumens, & il faut se résoudre à croire que ces grandes machines ont été réellement exécutées. Des rayons de métal de 60 pieds de longueur, un arc qui avoit à peu près la même étendue ; toutes les pieces nécessaires à la solidité & à l'usage de ces instrumens, leur donnoient une masse considérable. Nous pensons qu'ils étoient fixés dans le plan du méridien, & qu'on les réservoir pour les observations délicates ; mais ils ne devoient pas avoir une précision proportionnée à leur grandeur. La difficulté de les manier nuisoit d'abord à leur exactitude : d'ailleurs si un instrument de six pieds de rayon a deux fois autant de précision qu'un instrument de trois pieds, nous ne pouvons imaginer que ceux-ci, qui étoient peut-être huit fois plus grands que ceux d'Alexandrie, eussent huit fois autant de précision. Tout est lié, tout se tient de près dans l'ordre physique ; les hommes, en multipliant les ressources, multiplient en même tems, & presque également les obstacles. Les

verres optiques, les miroirs, qui dans nos télescopes amplifient considérablement les objets, pour les rendre sensibles, grossissent en même tems les vapeurs, qui troublent la transparence de l'air & nuisent à la vision distincte. Ici, s'il y a quelque vice dans la disposition des pièces de l'instrument, dans le niveau des surfaces, dans le plan total qui doit réunir toutes ces pièces, dans la courbure de l'arc; si la masse totale fait plier quelques parties, altère leurs figures, les effets en sont plus sensibles sur un grand instrument, & ces irrégularités grossies, compensent l'avantage d'un arc plus étendu, sur lequel on aperçoit distinctement des divisions, inappréciables avec un moindre rayon. Cet avantage est en effet proportionné à l'étendue du rayon; mais il faut en rabattre tout ce que produisent les imperfections inévitables que nous venons d'indiquer. Une exécution négligée pourroit rendre un pareil instrument moins sûr qu'un instrument beaucoup plus petit; une exécution soignée lui laisse une partie de l'avantage de sa grandeur: mais la vérité, l'exactitude rigoureuse fuient devant nous; en marchant vers elles, des efforts semblables ne font pas faire des pas égaux; & lorsqu'on en approche, il faut faire beaucoup pour avancer peu, jusqu'au terme où est posée la barrière impénétrable, & où l'industrie humaine s'agitiera sans pouvoir passer au-delà. Ces réflexions ne doivent pas empêcher d'admirer la magnificence des princes, qui ont fait construire ces grands instrumens; elle annonce une attention suivie & active, qui féconde les sciences cultivées. Nous leur souhaitons des imitateurs. De pareils instrumens ne peuvent être jamais communs; la dépense, l'embarras de les placer les interdit au grand nombre des astronomes; & en conséquence de ce qu'une science bien ordonnée, demande que les déterminations fondamentales soient établies sur une égale précision, ils ne peuvent servir aux

recherches ordinaires de l'astronomie. Mais il seroit à désirer que quelque observatoire de l'Europe eût un instrument de cette grandeur, revêtu de tous les moyens de précision, qui manquoient aux Arabes. Il serviroit uniquement à quelques recherches délicates, & il éclaireroit sur des points importants de la physique céleste. En formant ce vœu, nous ne prétendons pas assurer que l'exécution en soit facile, ni même possible. Il est des choses qu'il faut tenter, pour savoir si elles sont praticables. Les grands ne font pas dans le cas de regretter les dépenses perdues; elles seroient justifiées par un but utile. Nous connoissons les difficultés, mais nous connoissons aussi les ressources de l'industrie; & dans l'état de perfection où sont maintenant les sciences, si l'on veut les étendre, atteindre le terme où il nous est permis de les porter, obtenir & mériter des succès, il faut plus d'une tentative infructueuse.

§. XVIII.

On ne voit pas que cette protection des Princes ait produit chez les Arabes aucune découverte, aucune observation importante, si on excepte celle de l'obliquité de l'écliptique. L'empire des Arabes s'affoiblissoit par son étendue; la fièvre, qui les avoit agités depuis Mahomet, étoit calmée, ils renfroient dans l'inertie naturelle aux Orientaux; & avec moins d'ardeur, on a moins de succès. Ils passèrent en Espagne, & quelques astronomes obtinrent la célébrité. Mais si l'on en juge par Arzachel, cette célébrité ne prouve que la disette des talens.

Arzachel, qui fleurit au onzième siècle, reconnut que les tables d'Albategnius s'éloignoient de l'état du ciel. Il ne vint cependant que 190 ans après lui; mais cet intervalle de tems suffit bien pour déranger des théories, établies sur des observations

peu exactes & peu éloignées les unes des autres. On doit remarquer ici les progrès que nous avons annoncés dans notre discours préliminaire ; *la science*, avons-nous dit, *ne chemine qu'en détruisant*. On voit qu'Albategnius a substitué aux déterminations de Ptolémée ses propres déterminations ; Arzachel tenta de remplacer celles-ci par les siennes : bien d'autres leur succéderont dans cette réformation, mais Arzachel ne suffisoit pas à l'entreprise. Nous avons lieu de croire qu'il observoit mal : aussi ses tables qui portent le nom de *Toledanes*, parce qu'il étoit de Toledé (*a*), ne furent pas assez bonnes pour l'emporter sur les tables & le nom d'Albategnius (*b*). Elles n'eurent point de réputation, & on n'en fit aucun usage.

§. XIX.

ARZACHEL cependant n'épargna pas les observations. On rapporte qu'il en fit 402 seulement pour déterminer le lieu de l'apogée du soleil (*c*). Ces observations étoient donc bien mauvaises, puisqu'il n'en tira qu'un résultat très-défectueux. Il trouva le lieu de cet apogée moins avancé qu'Albategnius ne l'avoit établi, & sans penser que cet astronôme pouvoit s'être trompé, sans examiner s'il ne s'étoit pas trompé lui-même, il aima mieux croire que ce point de l'orbite du soleil avoit rétrogradé, au lieu de continuer à s'avancer dans la suite des signes. Cela ne doit point étonner ; Ptolémée avoit surchargé l'explication des phénomènes célestes d'un si grand attirail de cercles & de mouvemens différens, qu'on avoit perdu l'idée de la simplicité, qui, suivant les anciens philosophes, étoit la première loi de la nature. On ne connoissoit point alors les limites

(*a*) Blanchinus, in *Præf. can.* Tabl. pag. 2.

(*b*) Bouillaud, *Præf. astron. phil.* p. 15.

(*c*) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XXXI.

des erreurs des observations, on n'y prenoit pas garde; en conséquence remarquoit-on quelque différence entre les observations passées & présentes, il n'en coûtoit rien d'imaginer un nouveau mouvement & une nouvelle hypothèse. C'est ce que fit Arzachel. Il donna à l'apogée du soleil un mouvement libraire, semblable à celui que Thebith avoit donné à l'équinoxe. Il crut remarquer également un changement dans l'excentricité, & pour expliquer ces deux variations prétendues, il fit mouvoir le centre de l'orbite excentrique du soleil sur un petit cercle, ce qui rendoit l'excentricité plus ou moins grande (a). Ces erreurs accumulées préparoient le regne de la vérité; on augmentoit l'absurdité du système de Ptolémée, & ces nouveaux défauts en hâtoient la ruine.

§. X X.

ALHAZEN, au onzième siècle, s'est fait connoître par un traité d'optique en sept livres; c'est le seul ouvrage d'optique un peu ancien, qui nous ait été conservé. Nous avons dit qu'il avoit pu contribuer à la perte de celui de Ptolémée. Cet ouvrage renferme des choses remarquables. Alhazen y développe les effets de la réfraction, avec plus d'étendue qu'on n'avoit fait jusqu'à lui. Le rayon de lumière, courbé en entrant dans notre atmosphère, élève les astres & les fait paroître à leur lever ou à leur coucher, lorsqu'ils sont encore, ou déjà sous l'horizon. Le soleil se montre à nous plutôt le matin, & disparoît plus tard le soir par l'effet de la réfraction; le jour, ou le tems de la présence du soleil, est donc allongé par un bienfait de la nature: la même cause, en produisant les crépuscules du matin & du soir, augmente encore le jour. Les rayons, qui se plient

(a) Snellius, in *Appendice ad obs. hassiacas*.

Aug. Riccius, in *Op. scilicet* p. 22.

pour approcher de nous , passent au-dessus de nos têtes , avant de nous atteindre ; ils se réfléchissent sur les particules grossières de l'air , pour former d'abord une foible lueur , incessamment augmentée , qui annonce & devient bientôt le jour : cette lueur est l'aurore. La lumière décomposée peint les nuages & forme ces couleurs brillantes qui précèdent le lever du soleil ; c'est dans le phénomène coloré de la réfraction que les poètes ont vu la déesse du matin : elle ouvre les portes du jour avec ses doigts de roses , & la fille de l'air & du soleil a son trône dans l'atmosphère. Si cette atmosphère n'existoit pas , si les rayons nous parvenoient en ligne droite , l'apparition & la disparition du soleil seroient instantanées ; le grand éclat du jour succéderoit à la profonde nuit , & des ténèbres épaisses prendroient tout à coup la place du plus beau jour. La réfraction est donc utile à la terre , non seulement parce qu'elle nous fait jouir quelques momens de plus de la présence du soleil , mais parce qu'en nous donnant les crépuscules , elle prolonge la durée de la lumière ; & la nature a établi des dégradations pour préparer nos plaisirs , pour diminuer nos regrets. Nous voyons poindre le jour comme une foible espérance , il s'échappe sans qu'on y songe , & la lumière se perd comme nos forces , comme la santé , les plaisirs , la vie même , sans que nous nous en apercevions.

§. XXI.

ALHAZEN a très-bien prouvé par ces phénomènes que l'espace au-delà de l'atmosphère , ce qu'il nommoit *la substance du ciel* , & que nous nommons aujourd'hui *l'éther* , est composé d'une matière plus rare que l'air. Il seroit curieux de savoir précisément comment on a découvert que l'atmosphère , l'air , qui nous environne , ne s'étendoit pas jusqu'aux astres ,

& comment on a imaginé qu'au-delà il y avoit un fluide plus rare. Le germe & les progrès de cette idée seroient intéressans. Nous pensons qu'elle est dûe à la réfraction même & aux efforts qu'on a faits pour l'expliquer. On a remarqué, c'est l'expérience même des anciens (a), qu'une piece de monnoie, placée au fond d'une cuvette, de maniere que l'œil ne pût l'appercevoir, devenoit visible lorsque la cuvette étoit remplie d'eau; après quelques réflexions, on aura pensé que ce phénomène étoit produit par la différence de densité des deux fluides, l'air & l'eau, & l'on aura conclu de la ressemblance des effets, que le rayon de lumiere venu des astres, passe également par deux fluides différens, l'éther & l'air. Les anciens, qui faisoient voyager les astres dans des bateaux, n'ont eu cette pensée que parce qu'ils regardoient l'air comme un fluide, parce qu'ils jugeoient que ce fluide s'étendoit jusqu'aux astres. On croyoit que ce fluide étoit par-tout le même, & homogène dans toute son étendue. C'est le phénomène de la réfraction qui a forcé d'admettre ou deux fluides différens, ou du moins un fluide, dont la densité continuellement graduée pouvoit, dans le vaste espace qui nous sépare des astres, produire des effets semblables à ceux de deux fluides différens. Ce n'est pas tout, on voit que, suivant Alhazen & ses contemporains, il n'y a point de limite à l'atmosphère; elle s'étend jusqu'à la sphère des planetes, en devenant de plus rare en plus rare (b). Il n'y avoit, selon eux, que le ciel, l'espace où étoient placées les étoiles, qui fut plus rare que l'air (c).

On concevoit donc déjà que le rayon de lumiere parcourant dans un long trajet ces espaces d'une densité croissante, pouvoit se plier insensiblement, prendre une courbure, & par

(a) *Suprà* Hist. Astron. mod. Liv. III, §. 40.

(b) Alhazen, *Optica Thesaur. L. VII*, 51.

(c) *Ibid.* 15. & 16.

des changemens de route très-petits, mais répétés & accumulés, produire le même effet que si par un passage brusque d'un milieu dans un autre, il se détournoit une seule fois dans sa route. Il faut croire cependant qu'Alhazen établissoit une partie de l'atmosphère plus grossière, où, par un passage véritablement subit, avoit lieu l'effet presque entier de la réfraction ; c'est cette supposition qui lui a servi à déterminer la hauteur de l'atmosphère. Il savoit, par la durée du crépuscule, qu'il commence & qu'il finit lorsque le soleil est abaissé de 19 degrés sous l'horizon. Supposant cet abaissement du soleil, il chercha la hauteur du point de l'atmosphère, qui est le plus près du cône d'ombre du point, qui est presque encore dans la nuit, & qui cependant, par l'effet de la réfraction, apperçoit le soleil ; ce point est pour nous le premier point de lumière, c'est celui où naît le crépuscule. Il trouva par les règles de la géométrie, que ce point étoit élevé d'environ 19 lieues & demie ; c'est la hauteur de l'atmosphère, du moins grossière & réfractive. Mais il n'auroit point déterminé cette hauteur, s'il avoit pensé que l'atmosphère s'étendît jusqu'aux astres ; il n'eût point fait usage de la réfraction pour poser des limites, s'il avoit cru que son effet fût partagé dans la longueur du trajet, & ne s'opérât qu'insensiblement. Il y a apparence qu'en admettant une diminution successive dans la densité de l'air, il a considéré d'abord une couche grossière & réfractive dont il a calculé la hauteur ; mais en s'éloignant de la surface, une substance plus épurée, un air entièrement dégagé de toute émanation terrestre, qui détourne infiniment peu la lumière, & dont il a négligé les effets. Ces idées d'Alhazen sont philosophiques ; elles peuvent même passer pour vraies, puisqu'elles s'accordent assez avec les opinions reçues de nos jours.

Alhazen a donné la méthode pour connoître la quantité de
la

la réfraction ; elle consiste à observer la distance au pôle , ou la déclinaison d'une étoile , lorsque cette étoile est à l'horizon , ensuite lorsqu'elle passe au méridien & au zenith. Dans le premier cas , où la réfraction est la plus grande , où elle élève le plus l'étoile , cette distance paroîtra la plus petite : dans le second , au zenith , le rayon de lumière vient perpendiculairement de l'étoile à nous , nous avons dit qu'il n'y avoit point alors de réfraction (a) ; son effet étant nul , la distance de l'étoile au pôle paroîtra donc plus grande , & comparée avec la première , la différence donnera la quantité de la réfraction. Mais Alhazen ne détermine point cette quantité , & les Arabes ne firent aucun usage de la réfraction , sans doute parce que la manière d'observer , malgré leurs grands instrumens , n'étoit pas assez exacte pour exiger cette correction délicate.

§. X X I I.

AVERROËS, fameux médecin de Cordouë au douzieme siecle, a fait un abrégé de l'Almageste (b). Son vrai nom arabe étoit *Ebn Roschd* (c). Il est connu pour avoir cru voir Mercure sur le soleil (d). On sait aujourd'hui qu'il est impossible d'y voir cette planete à la vue simple ; c'étoit sans doute quelque grosse tache. Averroës n'étoit pas content de l'arrangement & du système de Ptolémée : il penchoit à rappeler les hypotheses des cercles concentriques d'Eudoxe & d'Aristote ; & se trouvant trop vieux pour entreprendre un tel travail, il le dénonce & le recommande à la postérité. Le premier pas vers le bien est le dégoût du mal. Ce desir d'Averroës est l'indice d'un bon esprit, nous avons dû lui en faire honneur. Ce desir est encore le signe

(a) *Suprà*, Liv. V.
(b) Weidler, p. 216.

(c) Herbelot, p. 719.
(d) Copernic, *Revol. Lib. X.*

d'une fermentation dans les esprits , il annonçoit la révolution où Ptolémée devoit perdre une partie de sa gloire & de son empire.

Alpetragius de Maroc vint après lui ; il se saisit de cette idée , & ne fit rien de bon. Le tems n'étoit pas encore favorable. Jusqu'ici Ptolémée n'avoit eu que des hommages , ses hypothèses avoient été constamment admirées : elles commençoient à déplaire ; mais le préjugé subsistoit. Alpetragius tenta de rendre raison des différens mouvemens des planetes par un seul principe : il n'établit qu'un mouvement , celui du premier mobile , qui a lieu d'Orient en Occident , & qui s'accomplit en vingt-quatre heures. Tous les mouvemens , qui sont propres aux planetes , ne sont , selon lui , qu'une modification du premier mouvement. Il existe essentiellement dans la sphere des fixes , c'est là qu'il a toute sa force & toute sa vitesse ; il s'affoiblit en s'éloignant de sphere en sphere , c'est pourquoi les planetes semblent avoir un mouvement propre & contraire d'Occident en Orient. Saturne se meut lentement vers l'Orient , parce qu'étant le plus près du premier mobile , il a moins perdu de la vitesse qui porte tous les corps vers l'Occident ; après lui Jupiter est celui qui en perd le plus , & toutes les planetes successivement , jusqu'à la lune qui étant la plus éloignée de cette sphere active , n'accomplit sa révolution diurne autour de la terre qu'en vingt-cinq heures environ. Mais cette idée même étoit prise dans Ptolémée : elle appartenoit à la haute antiquité. Ce grand astronôme avoit un respect religieux pour certaines opinions conservées ; l'une de ces opinions étoit que le mouvement journalier d'Orient en Occident , celui du premier mobile , & le premier connu , étoit la source de tous les autres. C'est bien la pensée d'Alpétragius. Ptolémée , en adoptant cette opinion & en l'expliquant , dit que dans les différentes spheres le

mouvement devoit se communiquer des supérieures aux inférieures ; comme dans le corps humain , le principe du mouvement placé dans la tête , se distribue en descendant par les nerfs à tous les organes (a).

§. X X I I I.

ALPÉTRAGIUS ajoutoit que ces mouvemens avoient lieu dans des spirales, qui tendoient vers le pôle pour rendre raison du mouvement en latitude (b), & tenir lieu de l'inclinaison des orbes , découverte depuis long-tems. Comme la spirale n'est pas une courbe qui revienne sur elle-même , à la maniere du cercle , on ne conçoit pas trop comment les planetes revenoient vers le midi , après avoir été portées vers le nord. Mais un systême qui expliqueroit tout , ne seroit plus un systême , ce seroit l'histoire de la nature. Cet Arabe a voulu créer un systême nouveau pour remplacer celui de Ptolémée. Quelquefois c'est un moyen de retarder les progrès des sciences , en mettant toujours des hypothèses à la place des faits. Mais il nous paroît que dans cette occasion Alpetragius a rendu un service essentiel ; ce service , c'est son entreprise même. L'opinion que les planetes se meuvent uniformément , & dans des orbites circulaires , étoit consacrée depuis des siècles dont on ne peut pas dire le nombre. Elle avoit acquis la force & la résistance du préjugé le plus profondément enraciné. Alpetragius conserva l'uniformité , mais il osa substituer une autre courbe. Les préjugés arrêtent tout progrès ; il tenta de briser l'idole , & s'il ne la renversa pas de son autel , il donna l'exemple de l'attaquer. En montrant qu'on pouvoit imaginer

(a) Ptolém. Almag. Lib. XIII. c. 2.

(b) Copernic, *Revol. Lib. X*, NV.

d'autres courbes pour y renfermer les planetes, il a pu frayer la route à Képler.

§. XXIV.

ALPETRAGIUS régla la place que Mercure & Vénus occupent à l'égard du Soleil dans le système du monde, & coupant le différent par la moitié, il place Vénus au-dessus & Mercure au-dessous. Il donna aussi à ces deux planetes une lumiere propre ; c'est la raison pour laquelle, selon lui, Mercure peut passer devant le Soleil sans l'éclipser, ni affoiblir sa lumiere (a). Il donna cette lumiere également à Vénus, apparemment pour expliquer le grand éclat de cette planete. Képler, avant la découverte des lunettes, s'y trompa comme lui (b). La raison qui détermina l'astronôme Arabe, c'est que les planetes au-dessus du Soleil, & celles qui paroissent au-dessous, devoient être distinguées par des caractères particuliers. Ainsi, on vouloit que la Lune qui n'a point de lumiere propre, eût été placée plus bas que le Soleil, pour être plus près de la source de la lumiere ; mais toutes les autres rangées au-dessus, brilloient de leur lumiere propre, parce qu'elles existent dans l'espace éthéré, où tout est pur, où tout est lumiere. Ce sentiment est encore ancien, on le trouve dans Macrobe (c). Cependant Alpetragius, contre cette regle, donna une lumiere propre à Mercure (d) ; mais il ne vouloit pas qu'il fût des taches noires sur le soleil.

Nous rapporterons à cette occasion une opinion bien ridicule des anciens, que nous n'avons point placée ailleurs, parce que nous ne savons ni à quel tems, ni à quels hommes elle

(a) Riccioli, Almag. Tome I, p. 494, Tome II. p. 285.

(b) *Ibid.* Tome I, p. 495.

(c) *Comment. somn. Scip. Lib. I. c. 19.*

(d) Alpetragius, c. 9, N. V.

Riccioli, Almag. Tome I, p. 495.

appartient. Quand les planetes étoient stationnaires , elles s'arrêtoient , disoit-on , parce que la lumiere du Soleil leur manquoit , & qu'elles ne pouvoient plus voir leur chemin. C'est Vitruve qui rapporte cette opinion : il ne l'adopte pas ; mais seulement comme persuadé que l'éclat du Soleil s'étend partout , & que les astres , en qualité d'êtres divins , peuvent toujours appercevoir la lumiere (a).

§. X X V.

LA manie de l'astrologie , & la confiance en ses fausses prédictions , étoient à leur comble dans ce siècle. L'an 1179 , tous les astrologues Orientaux , Chrétiens , Juifs & Arabes , annoncerent pour le mois de Septembre 1186 , une grande conjonction de toutes les planetes , tant supérieures qu'inférieures , & la destruction de toutes choses par la violence des vents & des tempêtes. Ces prétendus prophetes répandirent la terreur ; ces sept années furent des années de deuil. Personne , dit-on , ne douta de la fin du monde (b). Il faut croire cependant que la foi ne fut pas si générale , & ne s'étendit pas aux riches & aux hommes puissans ; sans quoi l'histoire eût marqué de grands changemens & de fameuses réformations. Mais le peuple seul a peur ; il n'a pas le moyen de restituer , ou du moins ses restitutions ne changent point la face de la terre. L'année 1186 se passa fort tranquillement , sans tempête & sans vents extraordinaires ; toutes choses allerent leur train comme auparavant , & même la croyance aux prédictions des astrologues.

(a) Vitruve , *Architect. Lib. XV* ,
cap. 4.

(b) Scaliger , *Proleg. ad Manilium*.
Bayle , art. Stoffer.

§. XXVI.

VOILA tout ce qu'on fait des astronomes Arabes. Un mérite qu'on ne peut leur contester, c'est d'avoir conservé l'astronomie, & de l'avoir transportée parmi nous. On ne leur doit qu'une seule connoissance, celle du mouvement de l'apogée du soleil. On leur doit aussi quelques observations utiles: peut-être en ont-ils fait davantage; tous leurs ouvrages n'ont point passé en Europe; & le grand nombre de ceux que nous possédons reste dans nos mains sans fruit, parce que les astronomes n'entendent point l'arabe, & que ceux qui savent la langue, n'entendent point l'astronomie. Edouard Bernard compte plus de quarante manuscrits arabes dans la seule bibliothèque d'Oxford. Le nombre de leurs livres & de leurs astronomes prouve leur amour pour la science.

Edouard Bernard, professeur d'astronomie à Oxford, dans le dernier siècle, étoit très-instruit de la langue des Arabes & de leurs connoissances. Selon lui, plusieurs causes ont favorisé chez eux la culture de l'astronomie. » La beauté du climat & » la pureté de l'air; l'exactitude & la grandeur de leurs instruments, qui sont tels que les modernes auroient peine à le » croire; le grand nombre des astronomes, qui ont observé » & qui ont écrit; les princes puissans & magnifiques, qui les » ont protégés. » Il ajoute que les Arabes mesuroient les plus petites parties du tems par des clepsidres, par de grands cadrans solaires, ou enfin, ce qui doit surprendre, par des pendules. » On n'imagine point, dit-il, combien ils ont appliqué d'intelligence & de soin à cette grande entreprise de l'esprit » humain de connoître le cours des astres & leur distance à » la terre.

Nous voyons par là que l'invention du pendule est bien plus

ancienne qu'on ne pense. Il est fâcheux qu'Edouard Bernard ne nous ait pas plus instruit sur ces détails intéressans. Nous prions les savans d'Oxford de suppléer à cette omission. On ne nous dit point de quelle manière les Arabes faisoient usage du pendule. Nous ignorons s'ils s'en servoient seulement pour mesurer de petits intervalles, avant qu'il s'arrêtât par la résistance de l'air, ou si par le moyen d'une force motrice, destinée à restituer le mouvement, ils étoient parvenus à composer des machines semblables aux nôtres, qui marquassent le tems écoulé dans des intervalles plus considérables.

§. XXVII.

C'EST une chose remarquable que cette connoissance du pendule, trouvée chez les Arabes. Il est bien extraordinaire qu'elle n'ait point immortalisé son auteur; que cet auteur ne soit ni loué, ni cité dans aucun des livres arabes que nous avons, tels que ceux d'Alfergan, d'Alhazen, d'Albategnius. L'époque brillante des Arabes commence au neuvième siècle, avec Almamon & Alfergan, & dure à peine jusqu'au tems d'Arzachel, c'est-à-dire, jusqu'au onzième siècle. Les astronomes postérieurs n'ont fait que remanier & compiler les ouvrages des autres; c'est ce qui arrive toujours lorsque les sciences ont acquis une certaine élévation: pour la nature, comme pour l'homme, le repos doit succéder au travail; un âge a fait des efforts, l'âge suivant décline. Deux siècles ont-ils pu suffire aux Arabes pour remarquer l'isochronisme du pendule, & pour en faire l'application aux horloges? Nous voyons que ces découvertes se sont succédées assez rapidement dans le siècle de Galilée & d'Huygens; mais ces grands hommes étoient aidés des progrès de la géométrie & de la mécanique. Les Arabes n'en firent aucun dans ce genre, ils n'eurent d'autres

connoissances que celles des Grecs ; ils les traduisirent , ils les commenterent , mais nous ne voyons pas qu'ils les aient beaucoup augmentées. Comment donc leur attribuer une des plus brillantes découvertes du siècle dernier , sans trouver avec elle aucune trace de l'admiration qu'elle méritoit , des recherches qu'elle doit occasionner , & des principes qui en régloient l'usage ? Peut-être le livre d'où M. Bernard a tiré ce fait , fourniroit-il des détails pour résoudre ces difficultés ; faute d'être plus instruits , nous raisonnons sur le fait tel qu'il nous est transmis. Lorsque Galilée apperçut l'isochronisme du pendule , la découverte parut entièrement nouvelle. M. Bernard nous apprend que cette propriété des corps suspendus , qui oscillent , fut connue des Arabes ; il nous dit qu'ils mesuroient le tems par des clepsidres , par des cadrans & par des pendules. Les deux premières inventions ne leur appartiennent point , peut-être la troisième ne leur appartient-elle pas davantage. En attendant que les autorités de M. Bernard soient traduites dans notre langue , & que les détails puissent décider la question , nous croyons pouvoir établir les principes suivans. Les grandes découvertes ne viennent jamais seules. Le siècle dernier a vu l'invention du pendule , & son application à la régularité des horloges ; mais il a vu l'application de l'algebre à la géométrie , la connoissance des loix du mouvement & de la chute des corps , l'invention des lunettes , & les nombreuses découvertes qu'elles ont amenées : il a vu la sublime théorie des forces centrales , le vrai système du monde , & il en a dévoilé le mécanisme , en même tems qu'il a créé les arts & produit les chefs-d'œuvres de l'éloquence & de la poésie. Tout cela fut l'ouvrage de soixante-dix ans : c'est l'effet d'un seul effort , & pour ainsi-dire , d'un élan de la nature. Nous ne voyons rien de tel chez les Arabes ; cette découverte est
unique

unique. Les autres sciences, les arts n'ont fait aucun progrès sensible, & cette importante connoissance, née sans germe, a péri sans fruit. Une découverte brillante & utile excite nécessairement l'admiration, elle est célébrée par les auteurs contemporains, qui se hâtent de la transmettre à la postérité. Tous les auteurs Arabes que nous avons, parlent de la mesure de la terre, aucun ne parle de l'invention du pendule; si le pendule avoit eu un usage astronomique, il seroit entré du moins dans le détail de leurs observations. En conséquence, il ne nous paroît pas impossible qu'ils aient puisé cette connoissance dans quelque manuscrit, dans quelque tradition orientale, comme ils avoient trouvé celle des clepsidres & des cadrans. Une découverte étrangère ne fut point célébrée par eux; un usage évidemment peu étendu, explique le silence des astronomes. Nous savons que les principes les plus vrais souffrent des exceptions, le hasard peut les avoir servis au défaut du génie: nous ne ferons point étonnés que cette conjecture soit détruite par les détails que nous demandons; mais, nous l'avons dit, une grande idée, lorsqu'elle est isolée & stérile, nous paroît devoir être étrangère. L'avantage des Arabes fut d'être placés entre l'Asie & l'Egypte; & leurs progrès dans l'astronomie sont le fruit de leurs guerres heureuses, qui les ont mis à portée de dépouiller la Perse & l'Egypte des connoissances les plus précieuses, en même tems qu'ils ont asservi ces beaux pays, & de réunir l'Almageste de Ptolémée, le corps complet de la doctrine astronomique aux traditions répandues dans l'Asie.

§. XXVIII.

Nous avons rapporté dans l'histoire de l'Astronomie ancienne ce que l'histoire orientale nous apprend de la première astronomie des Perses. Cette science s'éteignit chez eux, ou passa

Tome I.

Ii

aux Chaldéens ; de là transplantée à Alexandrie, elle ne revint dans la Perse qu'après avoir refleurie chez les Arabes. Ce fut même la guerre , le joug des Mahométans qui l'y ramena. Yefdegird , le dernier Roi des Perses , institua une nouvelle époque , prise de son avènement au trône , la dixième année de l'hégire , ou l'an 632 de notre ère. Il paroît qu'il avoit innové & changé beaucoup de choses relativement à la religion & au calendrier qui étoient liés d'une manière fort étroite. Les mois & les jours portoient chez les Perses les noms de certains anges qui y présidoient ; il changea ces noms ; il donna aux mois des noms analogues aux saisons , & aux jours des noms tirés de quelque événement mémorable , ou de plusieurs choses arbitraires ; il abrogea les fêtes anciennes. Mais ce prince , après vingt ans de regne , ayant été vaincu & tué par les Arabes Mahométans , les Perses attachés à leurs anciens usages , reprirent les noms des mois & des jours , & la forme de leur année (a) ; l'époque d'Yefdegird seule subsista. Cependant les Perses reçurent des Arabes l'année lunaire , l'époque de l'hégire , & conservèrent en même tems les deux époques & les deux formes d'année.

§. XXXIX.

QUATRE cens ans après , l'an 1072 , le Sultan Melicshah surnommé *Gelaleddin* , rassembla des astronomes ; il leur prescrivit de faire des observations , dans la vue de fixer la longueur de l'année solaire , & d'en régler la forme. Cette année n'avoit point été corrigée depuis le regne de Diemschid , quatre mille ans avant Gelaleddin. L'astronôme Omar Cheyam déterminâ que l'année étoit de 365 $\frac{1}{4}$ 5^h 48' 48" (b) , c'est-à-dire ,

(a) Hyde ; de rel. vet. Pers. Cap. XVI.
pag. 194.

(b) Shah Cholgus.
Hyde , de rel. vet. Pers. pag. 209.

telle que nous la trouvons aujourd'hui. Le commencement de l'année étoit tombé au quinzième degré des Poissons, il le ramena, en intercalant quinze jours, au premier degré du Belier & à l'équinoxe du printemps. Mais ce qui fait le plus d'honneur à cet astronôme, c'est l'intercalation bissextile qu'il établit. L'intercalation ordonnée par Jules César, consiste à ajouter un jour tous les quatre ans, pour tenir compte du quart de jour dont la révolution du soleil excède les 365 jours de l'année, mais ce n'est pas tout-à-fait un quart de jour, il s'en faut, comme on voit, à peu près 11'. Ainsi à chaque année bissextile, en ajoutant un jour, nous ajoutons 44' de trop; au bout de trente-deux ans, cela fait 5^h 28'. Omar prescrivit de ne point intercaler dans cette trente-deuxième année, & d'attendre la trente-troisième (a). Cette intercalation est très-ingénieuse; pour que le calendrier s'écarte d'un jour, il faut qu'il s'écoule quatre mille ans,

§. X X X.

CHRISOCOCCA nous a donné une idée de l'état de l'astronomie dans la Perse au douzième siècle. Il rapporte qu'un mathématicien Grec de Constantinople, nommé Chioniadès, excité par le zèle de l'astronomie, entreprit le voyage de Perse, avec la protection d'Alexis Comnène, Empereur de Trébizonde. Cette entreprise avoit ses difficultés; les Perses conservoient encore cette habitude mystérieuse, si ancienne dans l'Orient; ils se réservoient même particulièrement la connoissance de l'astronomie: ils abandonnoient les autres sciences à tous les hommes, mais il n'appartenoit qu'aux Persans de cultiver l'astronomie. On voit combien il est difficile d'altérer

(a) Herbelot p. 591.

le caractère oriental ; il subsistoit sous le joug des Arabes , un gouvernement étranger , une religion nouvelle n'avoient pu le changer.

Chioniades fut assez heureux pour rendre quelques services au Monarque Persan (a) , & il en obtint la permission d'emporter à Trébizonde plusieurs livres. On connut donc l'astronomie des Perses ; leurs tables sont en manuscrit à la bibliothèque du Roi. Bouillaud , qui les a examinées , & qui les a fait imprimer par extrait , admire leur exactitude. Le préjugé , qui identifioit la dignité de la science avec celle de la nation , prouve que cette nation antique , fière & jalouse de la culture de l'astronomie , tiroit de cette culture immémoriale un titre de propriété exclusive. Bouillaud le remarque également :
 » il faut , dit-il , que les Persans ayent cultivé l'astronomie
 » pendant bien des siècles , pour que leurs tables des planetes ,
 » à l'exception de celles de Mercure , soient si exactes (b).

§. XXXI.

Ces tables persiennes , qui diffèrent de celles des Arabes , les tables indiennes dont nous avons parlé , celles des Siamois , dont nous parlerons bientôt , qui toutes ont une certaine exactitude ; ces tables , qui sont aujourd'hui livrées à des ignorans , n'attestent-elles pas un ancien état détruit ? C'est , dira-t-on , le même peuple chez lequel l'ignorance a succédé à la lumière ; mais ces peuples orientaux , quoique souvent asservis , n'ont-ils pas conservé leur langue , leurs mœurs , leurs usages , & ces monumens des sciences que nous admirons , pourquoi ont-ils perdu seulement l'intelligence de ces monumens ? Cette intelligence

(a) Bouillaud , *Astr. philol.* p. 221.

(b) *Ibid. Proleg.* p. 15.

est-elle plus difficile à conserver que leurs autres usages ? Ils ont gardé la routine des calculs , pourquoi la connoissance des principes s'est-elle perdue ? Chardin va répondre à ces questions : c'est , dit-il que les Orientaux sont mous & paresseux ; ils ne travaillent & n'ont de desir que pour le nécessaire. Voilà leur caractere essentiel. En Perse , il n'y a pas un homme qui sache raccommorder une montre ; ce sont des ouvriers Européens qui y sont employés ; & quoique les Persans voyent pratiquer sous leurs yeux cet art de l'horlogerie , il leur est encore totalement inconnu. » La température des climats » chauds , ajoute Chardin , énerve l'esprit comme le corps , » dissipe ce feu d'imagination nécessaire à l'invention & à la » perfection des arts ; on n'y est pas capable de longues » veilles , & de cette forte application , qui enfante les beaux » ouvrages des arts libéraux & mécaniques. De là vient que » les connoissances de l'Asie sont si limitées , & qu'elles ne » consistent guères qu'à retenir & répéter ce qui se trouve » dans les livres anciens. Leur industrie est brute & mal défrichée ; c'est seulement vers le nord qu'il faut chercher » les sciences & les métiers dans toute leur perfection (a) ». Chardin ne fait point de système , il dit ce qu'il a vu ; il est d'ailleurs conforme au récit de tous les voyageurs. Nous n'aurions pu nous-mêmes rien dire de plus fort en faveur des opinions particulieres & nouvelles que nous avons proposées dans cet ouvrage.

§. XXXII.

LES Tartares vinrent à leur tour asservir les Persans. Holagu Hecan , petit-fils du fameux Genghiskan , sous le regne de

(a) Voyages de Chardin , Tome IV , p. 212 , 213 , 214 , 260.

son frere Mangu, auquel il succéda dans la suite, partit du Turkestan l'an 1251, & passa dans l'Occident, c'est-à-dire, en Perse, dont il fit la conquête; il fit prisonnier le Calife Mostazem, le dernier de la race des Abassides. Pendant qu'il étoit allé recueillir la succession de son frere, ses généraux furent battus en Perse; mais il revint en 1259, & reprit toutes les conquêtes qui lui avoient été enlevées. Au retour de cette expédition, il alla prendre quelques repos dans la province d'Adherbidgian, & bâtit un *rassad*, ou observatoire dans la ville de Maragh, près celle de Tauris. Ce fut là qu'il rassembla les plus fameux astronomes, qu'il se fit apporter tous les livres qui pouvoient servir à la composition des tables astronomiques. Il se procura des mémoires, & des descriptions détaillées des observatoires fameux, tels que celui de Ptolémée en Egypte, d'Almamon à Bagdad, de Benani en Syrie, & de Hakem, Calife des Fatimites au grand Caire (a). Nous ne savons de ces deux derniers observatoires rien de plus que ce qu'en dit Herbelot; mais on voit clairement qu'il existoit dans l'Asie des monumens des sciences, que la curiosité des princes pouvoit facilement réunir. Ces débris étoient épars, mais encore existans, & la voix puissante des souverains reconstruisoit l'édifice, comme jadis la lyre d'Amphion éleva les murs de Thebes. Le fameux Nassiréddin, géometre & astronome Persan, avec plusieurs coopérateurs, fut chargé de poser de nouveau les fondemens de l'astronomie, comme avoit déjà fait Ptolémée. Ils demandoient trente ans pour ce grand ouvrage, ce n'étoit pas trop: mais les princes sont pressés de jouir; on ne leur en accorda que douze, & l'ouvrage fut achevé en 1269. Aussi, à l'exception des moyens mouve-

(a) Herbelot, p. 934.

mens, qui furent rectifiés & établis sur les observations mêmes de Nassireddin, tout le reste fut copié de l'Almageste : ce sont les hypothèses & les déterminations d'Hypparque & de Ptolémée. Ces tables nommées *Ilekaniques*, du surnom de Holagu, ne valent pas les anciennes tables persiennes. Rien ne prouve mieux un état primitif & détruit, dont on avoit perdu toute idée ; on recommençoit pour faire moins bien. Hypparque & Ptolémée ont établi des déterminations inférieures à celles qui avoient précédé ; Nassireddin les imita & les copia, pour former des tables moins bonnes que celles qui appartenoient à sa nation, & qu'elle conservoit sans en connoître le prix. Holagu ne vit point terminer cet ouvrage, il finit en 1264. une vie encore plus glorieuse par les lumières que par les conquêtes, & mourut paisiblement dans les bras des savans qu'il avoit comblés de bienfaits.

§. XXXIII.

Si l'on s'étonne qu'un prince guerrier & barbare ait protégé, encouragé les sciences, nous répondrons que les Monarques de l'Orient leur ont toujours accordé une protection particulière. D'ailleurs c'est une question de savoir si l'on doit regarder comme barbares ces princes Scythes, qui descendoient du nord de l'Asie pour subjuguier les peuples méridionaux, habitans énervés d'un climat doux & paisible. Les cycles, les périodes, établis de tems immémorial dans la Tartarie, prouvent qu'on y a toujours eu quelque connoissance de l'astronomie (a). Gengiskan, fameux par tant de conquêtes, de dévastations & de cruautés, aima cependant les lettres. Roger Bacon prétend que Saint Louis envoya un Dominiquain chez

(a) Hist. de l'Astron. anc. p. 77 & 342.

les Tartares en 1253, sous le règne de Mangu Kan, petit-fils de Gengiskan. Le moine manda que s'il avoit su l'astronomie, il auroit été bien reçu, mais qu'il fut méprisé parce qu'il n'en avoit aucune notion (a). On n'a point assez réfléchi sur le goût pour les sciences, que montrèrent à la Chine & en Perse les deux freres Koblay & Holagu, sur la résolution étonnante des Tartares conquérans d'abandonner leur usages, & presque leurs mœurs entieres, pour prendre celles de la Chine. Ce ne fut point le fruit de leurs conquêtes : il faut avoir les yeux déjà ouverts pour appercevoir la lumiere ; il faut un effort, qui ne peut naître que d'une raison antérieurement cultivée, pour se dépouiller de ses usages, de ses habitudes, & s'affervir à des mœurs nouvelles. Quelqu'avantage que l'on suppose dans cet échange, un bon choix annonce un bon esprit. Il nous paroît contraire à la nature de l'esprit humain d'imiter ceux qu'on a soumis ; des conquérans grossiers ne peuvent avoir qu'un sentiment pour les vaincus, c'est le mépris. L'ignorance jointe au courage, dédaigne les arts & les sciences comme le principe de la mollesse & la cause de la défaite. Nous concluons de ces réflexions que les Tartares qui soumirent l'Asie méridionale, étoient déjà éclairés sur l'utilité des sciences, puisqu'ils les regarderent comme une partie intéressante de leurs conquêtes. Des philosophes, rendus maîtres de la Perse, & sur-tout de la Chine, n'auroient pu prendre un meilleur parti ; celui de cultiver des connoissances utiles, en adoptant le gouvernement & les mœurs les plus sages de la terre.

(a) Bacon, *Opus majus*, p. 253, édit. 1733.

§. XXXIV.

LES astronomes sont encore aujourd'hui en Perse dans la plus grande considération ; leur chef a cent mille francs d'appointemens. Chardin estime que les gages donnés par le Roi à ces astronomes montent à plus de quatre millions de nos livres. Mais les Persans sont encore persuadés que les astres sont conduits par des génies, & la haute considération, dont jouissent les astronomes, ou plutôt les astrologues, vient de la foi qu'on accorde à leurs prédictions, & de l'usage qu'on en fait en toute occasion. Il y en a plusieurs au palais ; leur chef est toujours auprès de la personne du Prince, pour l'avertir des jours & des momens heureux, excepté dans le sérail, parce que l'empire de l'homme sur le sexe le plus foible, n'y craint point de momens malheureux. Ces astrologues portent leurs astrolabes à la ceinture, dans un petit étui fort orné. Il n'a quelquefois que deux ou trois pouces de diamètre, & on le prendroit volontiers, selon Chardin, pour une médaille de chapelet, ou pour la marque distinctive & honorifique de quelque ordre. Ils sont consultés sur les choses les moins importantes ; par exemple, pour savoir si le Roi doit aller à la promenade, s'il doit entrer dans le sérail, ou admettre un grand qui attend dans l'antichambre. On voit que ces consultations doivent donner beaucoup de crédit aux astrologues. Au reste il ne leur en coûte pas beaucoup de peine, il leur suffit de prendre avec un petit instrument la hauteur du soleil ou d'une étoile (a) ; parce que tout est lié dans la nature, & qu'une seule observation dévoile l'état passé, présent & futur du monde. Ces principes confirment ceux que nous avons

(a) Chardin, Tome V. p. 79. & 80.

proposés dans notre discours sur l'astrologie judiciaire. Quand on leur objecte qu'une seule observation ne peut les conduire à des résultats si compliqués, ils répondent que leurs ancêtres leur ont laissé si exactement les phases des astres, qu'ils ne craignent point de se tromper (a). Ils parlent comme des imposteurs à des ignorans ; mais nous en tirerons cette conclusion, qu'ils avoient des ancêtres éclairés ; & voilà ce que nous répond l'Asie toutes les fois que nous l'interrogeons.

§. XXXV.

L'ASTRONOMIE, au quinzième siècle, passa de la Perse dans la Tartarie, chez les Tartares que l'on nomme *Usbecks*. Il nous en reste un monument précieux, ce sont les tables d'Ulug-beg. Ce prince avoit cela de commun avec Holagu, qu'ils étoient tous deux petits-fils de conquérans de l'Asie, l'un de Tamerlan, comme l'autre l'avoit été de Gengiskan. Ulug-beg régna pendant plus de quarante ans sur les Indes & sur une partie de la Tartarie ; il fit venir à Samarcande sa capitale, les plus habiles astronomes, il leur fournit des instrumens avec une magnificence royale, & il fit lui-même une partie des observations, aidé de ces astronomes qui n'étoient que ses coopérateurs. Les astrologues Turcs raconterent à Gréaves que ce Prince avoit fait construire des instrumens d'une grandeur énorme, entr'autres un quart de cercle dont le rayon égaloit la hauteur de l'église de Sainte Sophie à Constantinople (b) ; hauteur qui est d'environ cent quatre-vingt pieds. Mais il faut se garder de croire de pareils contes ; on y reconnoît trop évidemment les caractères de l'exagération.

(a) Chardin, Tome V, p. 29.

(b) Gréav. Tab. de Nasser. & d'Ulug-beg in pref.

Cet instrument étoit sans doute un gnomon ; & c'est un des plus grands qu'on ait élevés pour l'astronomie (a).

Ulug-beg , après un nombre suffisant d'observations , entreprit de construire de nouvelles tables astronomiques ; elles étoient assez exactes pour qu'on les trouvât presque toujours d'accord avec celles de Tycho (b). Ulug-beg eut une autre gloire , c'est celle d'être , après Hypparque , le second auteur d'un catalogue des étoiles fixes. Un Arabe Al-fuphi avoit , en tenant compte de la rétrogradation des points équinoxiaux , réduit à son tems le catalogue que l'on trouve dans l'Almageste. Ulug-beg , aidé de ses grands instrumens , vérifia quelques-unes des positions qui y sont contenues , & les trouva inexactes. Il eut le courage de recommencer ce travail , & il l'acheva ; mais son entreprise est moins vaste que celle d'Hypparque , il n'observa pas un si grand nombre d'étoiles.

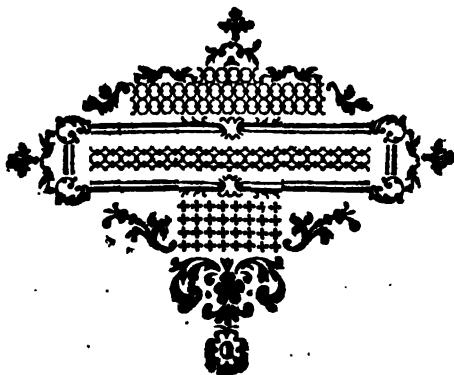
§. XXXV.

Ulug-beg étoit persuadé que l'application suffit pour exécuter tout ce qu'on entreprend avec ardeur ; cela est vrai pour les hommes de génie. C'est pour prouver ce dont il étoit capable en tout genre , qu'il exécuta ses longs travaux astronomiques. Il n'en fut pas moins un grand prince , l'astronôme n'a rien fait perdre au monarque. Il avoit fait construire à Samarcande un college dont le bâtiment fort élevé servoit d'observatoire. Plus de cent personnes occupées aux sciences , y étoient entretenues avec une énorme dépense. Ce prince si savant , si magnifique , périt misérablement ; il avoit un fils aîné , dont on prétend que l'astrologie lui avoit annoncé l'ingratitude : ce fils dénaturé se révolta , le vainquit & le fit mourir.

(a) M. de la Lande , Astr. art. 2281.

(b) Herbelot , p. 935.

Ainsi les sciences qui étoient remontées vers leur source, établies de nouveau dans la Tartarie, sous le parallèle de cinquante degrés, n'y furent pas long-tems florissantes. Avant de passer en Europe, nous avons un coup d'œil à jeter sur la Chine, où l'astronomie fut plutôt languissante que cultivée, & sur les climats méridionaux de l'Asie, où des peuples sans art & sans génie, ont conservé quelques débris des anciennes connoissances astronomiques.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE SEPTIEME.

*De l'Astronomie des Chinois & de celles de quelques autres
Peuples.*

§. PREMIER.

HEUREUSE la nation qui joint la constance à la sagesse ! Elle vit paisible & tranquille , sans s'ennuyer de son bonheur ; bien différente de ces nations inquietes , qui sans cesse tourmentées de leur activité , cherchant & détruisant successivement l'équilibre , oscillent autour du bonheur , & n'atteignent le terme du repos que pour le passer. Mais comme tout est compensé par la nature , cette inquiétude produit le mouvement des pensées ; c'est au sein du trouble , des querelles , & des divisions ; c'est sur le théâtre de l'ambition que le génie s'est

montré à la terre. Il dédommage par les lumières de ce qui manque en tranquillité. Les rôles sont partagés entre les peuples, & les fonctions sont également augustes ; les uns, comme les peuples de l'Europe, ont été chargés par la nature de développer la perfectibilité de l'homme, de mesurer la grandeur & l'élévation dont il est susceptible : les autres, comme les Chinois, montrent l'image de la félicité qui lui est permise, mais ils sont restés dans l'ignorance, ou du moins dans la médiocrité.

§. I I.

Nous avons laissé l'histoire de l'astronomie chinoise à l'époque de 250 ans avant notre ère, à l'époque de Tsin-chihoang, qui s'efforça de détruire les sciences, tandis qu'on les renvoyoit à Alexandrie, à l'autre extrémité du globe. Mais un trône fondé sur la désolation & la barbarie, ne peut subsister ; la dynastie fondée par ce tyran, ne dura que quarante ans, elle fut détruite l'an 206 par Lieou-pang. Ce nouveau prince ramena des tems plus heureux pour les lettres. Les Livres cachés & conservés reparurent ; ceux qui avoient été confiés à la mémoire furent écrits de nouveau. On retrouva les cinq Kings & les commentaires de Confucius (a). La famille de Lieou-pang porte le nom de Dynastie des *Ham*. Sous ces regnes on s'occupa à retrouver les vestiges de l'ancienne astronomie détruite ; ainsi nous pouvons regarder ce que les auteurs contemporains ont conservé comme les restes mutilés de cette ancienne astronomie.

§. I I I.

LE coup d'œil que nous allons jeter sur l'empire Chinois

(a) Préfaces de l'Histoire de la Chine par le P. de Mailla.

nous montrera que ces restes ont fondé leur astronomie. Dans la suite des siècles, quelques élémens, quelques vérités leur ont été communiquées; & c'est de ce mélange qu'est composée toute la science des Chinois. Le manque de génie, l'indolence de la nation, son attachement opiniâtre aux usages & aux idées de ses peres, furent sans doute les causes du peu de progrès qu'ils firent dans l'astronomie; mais, ce qui est tout-à-fait singulier, c'est qu'une des principales causes naît de ce que l'astronomie, ou plutôt l'astrologie y étoit liée à l'administration. Si l'administration est constante, la science ne peut changer sans elle, & les erreurs, ainsi consacrées, sont des erreurs éternelles; on ne peut rien innover sans être examiné & autorisé: les esprits qui ont besoin de permission pour prendre l'essor, sont des esclaves; ils deviennent stériles comme les éléphants domestiques.

Les Chinois étoient persuadés que leurs premiers Empereurs, Fohi, Hoang-ti, Yao, avoient eu une connoissance parfaite de l'astronomie, & que les principes en étoient déposés dans les monumens conservés. Ils cherchoient ces principes dans les Koua de Fohi, ou dans les tuyaux de bambou, qui étoient en usage pour la musique au tems d'Hoang-ti: ils combinoient les nombres que Confucius appelle *nombres du ciel & de la terre*. Il étoit aussi ridicule de chercher l'astronomie dans un instrument de musique, que le secret du grand œuvre dans les vers d'Homere. Mais le pis, c'est qu'on regardoit comme des erreurs tout ce qui n'étoit pas renfermé dans ces prétendus dépôts; c'est que l'astrologie avoit posé le sceau de l'autorité sur ces idées bizarres. La Chine composoit presque seule la terre entière; le ciel n'étoit fait que pour elle: l'Empereur, sa famille, sa maison avoient leur place parmi les constellations. L'harmonie des mouvemens célestes étoit sans cesse comparée

à celle de l'empire ; l'une n'étoit pas plus immuable que l'autre. Les altérations célestes avoient des conséquences fâcheuses pour les princes , ou du moins pour les peuples qui sont punis pour eux ; & comme il y a des vicissitudes dans les choses les mieux réglées , comme le bien se mêle au mal dans le meilleur gouvernement , il en résulta à la Chine le préjugé que le mouvement des astres ne suivoit pas des loix constantes. Ce mouvement étoit dérangé par les mauvaises actions des Empereurs : de là plus de progrès ; ce préjugé opposoit une barrière insurmontable à tous les efforts. Les anciens astronomes Chinois ont cru , par exemple , qu'il n'y avoit jamais d'éclipse totale de soleil ; ils pensoient sans doute que la lune paroïssoit toujours plus petite que cet astre : & quand l'observation d'une de ces éclipses démontroit leur erreur , ils avoient recours à un dérangement de l'ordre céleste , qui menaçoit l'empire. Ils ne manquoient pas de citer de pareilles éclipses , qui avoient précédé & entraîné , selon eux , la chute des dynasties (a). L'ignorance étoit intéressée à maintenir ce préjugé ; il y avoit peine de mort contre un astronôme , qui s'étoit trompé en prédisant une éclipse , ou en ne l'annonçant pas. Un peuple juste & sage n'auroit pas établi cette loi , s'il n'eût pensé que les phénomènes célestes intéressoient le gouvernement & la paix de l'empire , que les dérangemens de l'un présageoient les désordres de l'autre. Il falloit donc observer le ciel pour veiller sur les princes & sur les peuples ; & l'astronôme , ignorant de ces dérangemens , devenoit coupable des fléaux de la terre. La loi étoit barbare , la flatterie vint à bout de l'éluder. Quand une éclipse n'arrivoit pas , on félicitoit le prince , en lui disant que ses vertus l'avoient sauvé ; quand une éclipse arrivoit sans

(a) Souciet, Recueil d'observ. faites à la Chine & aux Indes , Tome III , p. 187.

avoir

avoir été prédite , on prenoit le parti d'intimider l'Empereur , en lui faisant entendre que le ciel étoit irrité & annonçoit sa vengeance. Les princes n'étoient pas toujours dupes de ces ruses de l'ignorance , sur-tout quand elles tendoient à les effrayer ; mais la flatterie ne manquoit jamais de réussir. Qu'on juge , après cet exposé , comment les Chinois auroient pu reconnoître que la lune peut nous paroître aussi grande , & plus grande que le soleil , puisque les éclipses totales de cet astre , qui en font la preuve la plus sensible , n'étoient , selon eux , qu'un dérangement de l'ordre physique , produit exprès par le souverain dispensateur des choses , pour annoncer un désordre moral ou politique dans l'empire de la Chine. La voûte céleste n'avoit été produite par la nature , les astres ne s'y mouvoient avec régularité , que pour y former une représentation & un miroir des choses d'ici-bas , où on lisoit la destinée de ce vaste empire. L'ignorance croit volontiers que tout est fait pour elle , tous les hommes ont eu ces erreurs ; mais les Chinois sont restés au point d'où nous sommes partis , & voilà à quoi sert l'attachement opiniâtre aux anciens usages.

§. I V.

Nous donnerons un exemple de l'importance d'une éclipse. L'an 31 de notre ère , une éclipse de soleil arriva sans avoir été prédite : elle causa beaucoup d'effroi.

L'Empereur fut cinq jours dans la retraite pour examiner sa conduite & son administration ; il fit publier un édit dont voici le précis. *La vue du soleil & de la lune nous avertis de penser à nous ; il faut se corriger ; & par là prévenir les maux dont le ciel nous menace : pour moi , à peine puis-je parler , je tremble à la vue de mes fautes. Je veux que les grands de ma*

Cour me donnent sincèrement leurs avis dans des placets cachetés, & je ne veux pas qu'on me donne le titre de Ching (a).

En conséquence des ordres de l'Empereur, les grands lui donnerent des placets. Le P. Gaubil nous a conservé celui de Thing - king. *Selon les regles de l'astronomie, les éclipses de soleil ne doivent paroître qu'au premier jour de la lune; cependant depuis quelques années, on en voit plusieurs au dernier jour. Cela vient de ce que la lune a accéléré son mouvement, & par là le tems de l'éclipse est anticipé. Le soleil est l'image du souverain, la lune l'image des sujets; les défauts de ceux-ci ont ordinairement leur source dans ceux des souverains (b).* Cet édit & ce placet singulier font connoître l'influence de l'astronomie sur l'administration. On voit que la superstition a pu faire du bien, en avertissant les Princes de se réformer; mais la superstition est une arme dangereuse, & les princes ne sont pas toujours si dociles.

§. V.

A la Chine une éclipse est vraiment une affaire d'état. Il ne fera pas inutile de rapporter ici les cérémonies qui accompagnent l'observation de ces phénomènes. Le tribunal des rites, peu de jours auparavant, en donne avis au peuple par un écrit en gros caractères. Les mandarins de tous les rangs sont avertis de se rendre avec les habits de leur ordre dans la cour du Tribunal des mathématiques, pour y attendre le commencement du phénomène: ils se placent autour de plusieurs grandes tables, où l'éclipse est représentée; ils la considèrent, & raisonnent entr'eux sur sa nature & sur ses influences. Au moment que le soleil ou la lune commencent à s'obscurcir,

(a) Le P. Gaubil n'explique pas le titre de Ching.

(b) Souciét, Tome II, p. 167.

ils tombent à genoux & frappent la terre du front ; en même tems il s'élève dans toute la ville un bruit affreux de tambours & de timbales , par l'effet de l'opinion ridicule que ce bruit est nécessaire pour secourir une planète utile , & pour la délivrer du dragon céleste , qui est prêt à la dévorer. Ceci est un grand exemple de l'attachement des Chinois aux anciens usages. Aujourd'hui les grands & les lettrés connoissent enfin la véritable cause des éclipses ; mais ils ont tant de respect pour ce qui s'est pratiqué de tems immémorial dans la monarchie ; qu'ils conservent ces absurdes cérémonies. Ils se sont élevés , mais si peu qu'ils ont encore les pieds dans la poussière des préjugés.

Pendant que ces mandarins sont prosternés , d'autres se transportent à l'observatoire , pour y observer le commencement , la fin & la durée de l'éclipse , & pour en faire la comparaison avec la figure qui en a été dressée. Ils portent ces observations signées & scellées de leur sceau , à Sa Majesté Impériale , qui observe l'éclipse avec le même soin dans son palais (a).

§. V I.

LA distribution des calendriers est une autre cérémonie , qui se fait avec beaucoup d'appareil & de solennité. Le calendrier est d'abord présenté à l'Empereur , qui doit le lire & l'approuver. On y joint les prédictions astrologiques , ensuite on l'imprime. On voit à la tête le grand sceau du tribunal des mathématiques , avec un édit impérial , qui défend sous peine de mort d'en imprimer ou d'en vendre d'autres.

Les mandarins de ce tribunal s'assemblent pour accompagner

(a) Histoire des voyages in-12 . Tome XXII , p. 320.

le calendrier, lorsqu'on le présente à l'Empereur : les exemplaires en grand papier, couverts de satin jaune & renfermés dans des sacs de drap d'or, sont portés sur une machine dorée; on porte à la suite de ceux-ci les exemplaires destinés aux princes, aux grands & à tous les mandarins. Les mandarins astronomes, après s'être prosternés trois fois le front contre terre, délivrent à un officier de l'Empereur l'exemplaire destiné à Sa Majesté. Chacun des grands & des mandarins vient recevoir le sien à genoux; tous ensuite prennent leur rang dans une grande salle, & à un signal ils se prosternent vers la partie intérieure du palais, pour rendre grâce à l'Empereur de la faveur qu'il vient de leur accorder. Le calendrier s'envoie dans chaque province, où il se réimprime de nouveau; le peuple l'achète; il n'y a point de famille si pauvre qu'elle ne s'en procure un exemplaire. En un mot le calendrier est si respecté, & passe pour un livre si important à l'état, que le recevoir c'est se déclarer sujet, ou tributaire de l'empire, comme le refuser, c'est déployer ouvertement l'étendard de la révolte (a). Ces honneurs rendus au calendrier devoient bien trouver place dans l'histoire de l'Astronomie.

§. VII.

On ne doute plus aujourd'hui de l'authenticité des annales chinoises. On fait comment elles furent retrouvées après l'incendie des livres. On fait qu'elles précautions on mit en usage pour les apprécier & les juger. Ce qui reste de cette antique & longue histoire est à l'abri de tout soupçon (b). Mais il y eut plus

(a) Hist. des voyages in-12, Tom. XXII, p. 325.

(b) Voyez à la tête de l'Histoire de la

Chine, traduite par le Pere de Mailla, les Préfaces de ce Pere, de M. l'abbé Grolier, & de M. Deshautesayes.

de désordre & moins de bonheur dans les connoissances mathématiques. Elles ne sont pas à la portée de tous les hommes; elles furent moins facilement conservées. On en recueillit les débris de toutes parts, & sur-tout dans les récits de l'histoire. Un siècle avant J. C. on avoit déjà retrouvé quelques préceptes pour le calcul des planetes & des éclipses. On avoit des clepsidres pour mesurer le tems, des instrumens de cuivre construits sur les descriptions des anciens. On s'en servit pour mesurer l'espace occupé dans le ciel par les constellations; on traça des méridiennes par le principe de l'égalité des ombres avant & après midi, comme ont toujours fait les Indiens, comme faisoient sans doute les auteurs de l'astronomie primitive (a). On se servoit d'un gnomon de huit pieds pour observer dans toutes les saisons l'ombre méridienne du soleil; & comme la constance en tout est le caractère des Chinois, tous leurs gnomons eurent précisément cette hauteur pendant 1500 ans, & jusqu'à Cocheou-king, qui en éleva un de quarante pieds.

Ils conserverent l'obliquité de l'écliptique de 24° , comme nous apprenons des Grecs qu'elle étoit établie dans toute l'antiquité. Ils avoient divisé anciennement le cercle en 360 degrés; mais à cette époque du renouvellement, ayant adopté l'année de trois cent soixante-cinq jours un quart, ils eurent l'idée assez bizarre de donner au soleil un degré de mouvement par jour, & en conséquence ils divisèrent le cercle en $365^{\circ} \frac{1}{4}$; & l'obliquité de l'écliptique, qu'ils crurent toujours de 24 de ces degrés, ne se trouva plus, selon eux, que de $23^{\circ} 39'$ de la première division. On retrouva le cycle de 19 ans, avec sept mois intercalaires, absolument semblable à celui qui immortalisa

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 42 & 111

Méton dans la Grece. Bientôt après on trouva à la Chine le cycle de Calippe de 76 ans, & cette correction de la période de 19 ans, placée si près de la nouvelle institution, a plus l'air d'une réminiscence que d'une invention.

§. VIII.

VERS l'an 164 de notre ère, des étrangers venus de l'Occident, arriverent à la Chine; on a cru qu'ils avoient apporté quelques connoissances des travaux d'Alexandrie. Mais il y avoit à peine vingt-cinq ans que l'Almageste étoit composé, les lumieres alors ne se communiquoient pas si vite aux extrémités du monde (a); l'Asie n'a eu connoissance de l'Almageste que par les Arabes, & les Chinois n'en ont jamais entendu parler. Cependant, immédiatement après l'arrivée de ces étrangers, on vit paroître quelques vérités astronomiques qui doivent leur appartenir. La révolution de la lune est connue, tant à l'égard du soleil, qu'à l'égard de son apogée & de son nœud; la durée de l'année est établie un peu plus courte que 365 jours un quart; l'inégalité du mouvement de la lune est déterminée: mais ce qui est tout-à-fait remarquable, c'est un catalogue de 2500 étoiles, que l'on rapporte à ce tems, c'est-à-dire, à l'an 160 de notre ère. Ce catalogue est perdu. Il est bien extraordinaire, si les étoiles ont été comptées à la vue, qu'il en contienne 1500 de plus que celui de Ptolémée, & presque autant que le grand catalogue britannique, que Flamsteed n'a pu dresser qu'avec le secours du télescope. Il semble que l'on doive être tenté de soupçonner l'ancien usage de cet instrument. On pourroit douter de la vérité du fait & de l'existence de ce catalogue; mais le P. Kœgler, Jésuite

(a) Voyez la cinquieme Lettre à M. de Voltaire,

Allemand , président du Tribunal des mathématiques à Pekin , possédoit une vieille carte chinoise des étoiles , faites bien long-tems avant que les Jésuites & les connoissances européennes fussent introduites à la Chine. Les Chinois y ont marqué plusieurs étoiles qu'on ne voit qu'avec des lunettes , & elles sont marquées assez exactement dans l'endroit où le télescope les fait appercevoir , en ayant égard à leur mouvement en longitude (a). Le fait est sans réplique , & il faut accorder aux Chinois une vue bien pénétrante pour l'expliquer ; mais toujours paroît-il certain que ce catalogue de 2500 étoiles n'a pas été construit à la Chine. Un travail , près de deux fois plus considérable que celui d'Hypparque , n'est pas l'ouvrage de ceux qui remuent les décombres de l'antiquité pour y trouver les trésors de leurs peres ; c'est seulement une preuve qu'ils ont été heureux dans leurs recherches.

§. I X.

UN siècle après , on trouve quelques connoissances du mouvement des étoiles en longitude. Un astronôme établit ce mouvement d'un degré en cinquante ans , un autre d'un degré en cent ans. Cette incertitude des Chinois nous porte à croire que leurs résultats n'étoient pas fondés sur de bonnes observations. Ce mouvement suppose que la période de la révolution des fixes seroit de 18000 ou de 36000 ans : & quand on se rappelle que les anciens Grecs (b) , bien antérieurs à Hypparque , ont rapporté de l'Asie la connoissance de deux grandes années , l'une de 18000 , & l'autre de 36000 ans , on a peine à ne pas imaginer au centre de cette partie du monde , un foyer de connoissances , qui ont passé dans la Grece

(a) Souciet , Tome I , p. 3.

(b) Hist. de l'Astr. anc. p. 469.

& à la Chine. Les astronomes Chinois, instruits de ces deux périodes, de ces deux traditions sur le mouvement des fixes, se sont décidés comme ils ont voulu ; le choix étoit arbitraire, puisque l'autorité étoit égale : & en effet l'une de ces déterminations ne vaut pas mieux que l'autre.

L'idée du mouvement de la terre autour du soleil s'étoit conservée également à la Chine ; on l'y trouve deux siècles avant notre ère : & encore deux siècles après ; mais elle se perdit, on n'y pensa plus depuis. On paroît aussi avoir eu quelque connoissance de l'inégalité des degrés ; mais on se trompoit, comme on a fait d'abord en Europe, & l'on croyoit que les degrés alloient en diminuant de l'équateur vers les pôles (a). Le P. Gaubil dit ailleurs (b) que sur la fin de la dynastie des *Ham*, on disoit que le cercle qui passe par les pôles est plus petit que celui qui est sous l'équateur ; assertion qui est exacte & vraie. On ajoutoit même de combien étoit la différence de ces deux cercles : mais ce que l'on en disoit étoit ridicule. Ces contradictions & ces notions confuses semblent bien appartenir à une tradition ancienne & presque oubliée.

§. X.

VOILA deux grands faits : si l'on se rappelle ce que nous avons dit sur la difficulté d'admettre le mouvement de la terre, d'en concevoir seulement l'idée, puisqu'elle est contraire aux témoignages des sens, qui sont nos premiers guides, & que nous n'abandonnons même qu'à regret, lorsque la raison nous avertit qu'ils nous trompent ; si nous avons eu raison

(a) Mss de M. de Lisse au dépôt de la marine, N°. 155, 8, 16, N°. 158, 2, 79.

(b) *Ibid.* Mss. de M. de Lisse, N°. 150, 1, 79.

d'établir

d'établir que ce système n'a pu être imaginé que par une espèce de désespoir philosophique, & après avoir tenté toutes les explications possibles, nous pourrions demander comment il est arrivé que ce système se trouve cependant chez les Grecs qui n'ont été que des raisonneurs, chez les Indiens, qui sont encore des imbécilles, chez les Chinois, qui ont toujours été indolens, paresseux ? Ce système suppose des faits amassés pour lui servir de base, des idées suivies & des hypothèses formées & détruites, enfin des efforts pour parvenir à la vérité à travers toutes ces hypothèses. Des raisonneurs, des imbécilles & des paresseux n'ont pu amasser ces faits, ni produire ces efforts : & si nous nous étions trompés à l'égard de l'un de ces peuples, si l'un d'eux faisoit exception aux principes vrais que nous avons établis, comment nous serions-nous trompés sur tous les trois ? Les exceptions sont toujours très-rares, & la ressemblance de fortune de ces trois peuples, également servis par le hasard, pour deviner cette connoissance singulière, seroit mille fois moins croyable que l'hypothèse d'un peuple ancien à qui elle appartient, & d'où elle est descendue chez ces trois peuples. C'est sur la réunion d'une infinité de faits pareils que nous avons établi notre opinion d'une astronomie perfectionnée, dont les débris ont été semés dans l'Asie. Nous avons demandé de n'être jugés que sur leur ensemble ; ils sont en assez grand nombre pour donner du poids à cette opinion, & si la solidité de l'édifice répond au tems que nous avons employé à sa construction, aux soins que nous y avons apportés, ce n'est pas en détachant une pierre seule qu'on en déterminera la chute. Nous n'avons pu rapporter dans l'histoire de l'astronomie ancienne tous ces faits, qui sont liés à des tems plus modernes, mais nous tenons la parole que nous avons donnée de les remarquer.

Tome I.

M m

L'idée de l'inégalité des degrés, l'idée du cercle du méridien passant par les pôles, plus petit que le cercle de l'équateur, est encore bien plus étonnante ! Nous ne pressons point cette tradition pour en tirer plus de conséquences en faveur de l'astronomie primitive ; nous ne pensons pas qu'on en puisse conclure évidemment que les anciens ont observé l'applatissment de la terre ; cette idée de l'inégalité des degrés peut être née de l'erreur des mesures géodésiques. Mais ce qui nous paroît hors de doute, c'est qu'elle ne peut venir qu'à la suite d'une mesure de la terre & de ses degrés. Cependant à cette date, & auparavant, il n'est point question de cette mesure importante ; le résultat en est perdu & oublié, ce n'est qu'une tradition confuse. Les Chinois, qui l'avoient quelque tems conservée, l'ont laissée perdre, sans qu'elle ait été le germe d'aucune recherche. Cela seroit inconcevable dans un pays où il existe un Tribunal des mathématiques, s'il n'étoit pas évident que cette tradition n'appartenoit pas aux Chinois, & qu'ils l'ont dédaignée, ou parce qu'ils ne l'entendoient pas, ou seulement parce qu'elle étoit étrangere. Cette tradition d'une mesure de la terre paroît avoir beaucoup de rapport avec la mesure exacte, citée par Aristote, & qui venoit indubitablement de Babylone ou de l'Asie. Ce n'est pas la première fois que nous avons fait concourir les deux extrémités de ce vaste continent pour établir une vérité astronomique. Nous avons trouvé à Babylone la tradition d'une division du zodiaque, qui subsiste à la Chine ; ici c'est la Chine qui fournit la tradition d'une mesure conservée à Babylone. Il en résulte donc, comme nous l'avons supposé, qu'elle appartient à l'Asie. Cette mesure du degré, nous l'avons remarqué, répond à la latitude de 49° . C'est aussi de cette latitude que les Chinois paroissent avoir reçu leurs connoissances.

§. XI.

DES étrangers, venus du royaume Yu-tse, communiquèrent une astronomie appelée *Kirou-tche*. Ce royaume Yu-tse paroît être le pays des Tartares Usbecks. C'est donc du pays des Tartares que sont venues ces connoissances, & plusieurs siècles avant Ulug-beg, Holagu, Melischah, & les Arabes qui ont renouvelé les sciences dans l'occident de l'Asie. La capitale du royaume Yu-tse s'appeloit Kant-gu. Les Jésuites ont jugé qu'elle étoit plus septentrionale que Casgar & Samarcande de 3 à 4°; elle étoit donc vers 46° de latitude nord.

Des livres sacrés sont la règle que suit la Cour du pays de Kant-gu, & c'est la règle ou la loi des Po-lo-men (a). Po-lo-men est le nom qu'on donne aux Bonzes de la secte de Fo. Les Chinois dans leur prononciation, défigurent absolument les noms étrangers; nous citerons, pour exemple, le nom de M. Maraldi, qui en chinois est Ma-la-cal-ti. Il y a apparence, comme le croit le P. Gaubil, que Po-lo-men est le nom défiguré des Brahmanes (b). On apperçoit par tout ce que nous venons de dire, que les Brames & les Bonzes de Fo sont essentiellement les mêmes; mais que tous ont leur origine dans le pays Yu-tse, dont la capitale étoit Kant-gu, où l'on suivoit la loi des Po-lo-men: & ce pays étant à 46 degrés de latitude septentrionale, nous ramène à la source des lumières que nous avons indiquée dans l'histoire de l'Astronomie ancienne.

(a) Souciet, Tome II, p. 123.

(b) Voyez la lettre du P. Gaubil, écrite en 1758 à M. Anquetil, insérée dans la traduction du Zend-Avesta.

Voyez aussi Souciet, Tome II, page 123.

Mém. de l'Acad. des Insc. T. XXV, p. 45.

§. XII.

MALGRÉ ces secours étrangers, la science étoit toujours languissante. Quand les richesses n'ont point d'usage, on est pauvre au milieu d'elles. Une cause particulière du manque de progrès, c'est que l'astronomie fut toujours systématique; on ne l'appuya pas assez sur les observations. Les astronomes, au lieu d'examiner les périodes, les méthodes anciennes, pour en corriger les défauts, n'étoient occupés qu'à trouver de nouvelles formes de calcul, de nouvelles périodes, & à s'effacer les uns les autres. On ne croiroit pas qu'un peuple si sage eût été susceptible de cette jalousie; il semble que l'émulation devoit avoir plus d'effet, & que l'ambition de passer ses concurrens suppose plus de génie, plus d'efforts & plus de succès. Quoi qu'il en soit, l'astronomie resta comme un édifice qu'on détruiroit constamment dès qu'il s'éleveroit au premier étage.

§. XIII.

VERS l'an 721, l'Empereur manda un Bonze Chinois de la secte de Fo, pour qu'il réformât les méthodes du calcul des éclipses. Ce Bonze nommé *Y-hang*, fut un astronôme célèbre; il construisit des tables du soleil, il commença la théorie de Jupiter, il dressa un catalogue des étoiles, & fit faire des cartes & des globes célestes. Il entreprit la description de l'empire par les mesures terrestres & célestes. On déterminâ le degré de 331 lys; mais comme la longueur de ce ly est inconnue, on ne peut apprécier l'exactitude de cette détermination. Il envoya deux bandes de mathématiciens, l'une au nord, l'autre au sud (a), comme notre siècle a vu des

(a) Soucier, Tome II, page 75.

académiciens François se partager le pôle & l'équateur, & parcourir le globe pour en connoître la vraie forme. L'entreprise du Chinois n'étoit pas si vaste que la nôtre. On voit qu'il n'a pas eu en vue le progrès de la science, la connoissance de l'univers, dans lequel on ne peut estimer aucune distance que par le rayon du globe. Pour les Chinois, la terre, l'Univers n'est rien, la Chine est tout. Il vouloit connoître la Chine, & pour mesurer les distances & les rapports de ses différentes parties, il pensa qu'il étoit bon d'employer les degrés célestes dont les mesures ont plus d'exactitude que les mesures itinéraires. On apperçoit qu'il avoit une méthode pour déterminer les distances de l'est à l'ouest, c'est-à-dire, la longitude; méthode semblable sans doute à celle d'Hypparque, & fondée sur quelque observation astronomique, telle que celle des éclipses de lune; mais n'est-il pas extraordinaire qu'on ne le sache pas. Les missionnaires n'ont pu nous en instruire. Cette prétendue invention d'Y-hang s'est perdue à la Chine; nous devons dire que cet astronôme fut fortement accusé de s'être approprié les connoissances astronomiques, renfermées dans le Kieou-tche, & de les avoir données comme ses propres découvertes (a). C'est Ku-tan, le traducteur du Kieou-tche, qui le dénonça. Nous sommes donc en droit de croire que la méthode de mesurer les longitudes, l'idée de déterminer astronomiquement la longueur du degré terrestre a été prise à cette source. On se rappellera que cette, astronomie appelée *Kieou-tche*, étoit venue du pays Kant-gu des Tartares Usbecks à 46° de latitude. Nous faisons cette remarque sans en tirer toutes les conséquences. Nous observerons seulement que si dans ce pays on a entrepris jadis la mesure de la terre, ou, ce qui revient au

(a) Souciet, Tome II, page 89.

même, seulement la mesure d'un de ses degrés, c'est une nouvelle raison de croire que la mesure citée par Aristote, dont les auteurs sont inconnus, mais qui fut certainement exécutée en Asie, a pu l'être à cette latitude & dans la Tartarie. Alors on conçoit comment l'invention s'est perdue à la Chine. Un germe enfermé dans une terre fertile, produit une plante, une fleur & des graines, qui se répandent pour de nouvelles productions : mais le premier germe, jeté dans un sol ingrat, s'y dessèche & meurt inutile.

§. X I V.

Tout habile qu'étoit cet astronôme, ses connoissances, sans doute empruntées, lui manquèrent. Il se trompa dans le calcul de deux éclipses ; il les avoit annoncées avec éclat, il avoit fait ordonner de les observer dans toute l'étendue de l'empire ; le tems fut serein partout, & les éclipses ne parurent pas. Ce qu'il y a de pis, c'est qu'en travaillant en secret à réformer les principes de ses calculs, il eut la mauvaise foi de s'excuser sur quelque changement dans le cours des astres. Il fit un livre exprès, & les autorités ne lui manquèrent pas (a) : il prétendit le prouver en citant une prétendue observation de l'étoile Sirius, éclipsée par Vénus. Le dérangement seroit en effet considérable, il s'en faut bien des degrés que Vénus ne puisse descendre à la latitude de 39° . Peut être l'observation qu'il cita n'étoit-elle pas tout-à-fait fautive. Il y a des comètes qui ont été prises pour Vénus, & une comète a pu éclipser l'étoile Sirius. Au reste, Y-hang n'est sans doute pas le seul habile homme, qui se soit enveloppé de la nuit des préjugés de son tems pour couvrir ses fautes ; il est plus grand de les avouer. On demandera

(a) Souciet, Tome II, page 86.

si les hommes sont toujours assez justes pour que l'on use sans danger de cette noble franchise ; mais la nature du mensonge ne change point par des considérations particulières ; l'honnête homme est vrai par le respect & l'estime de soi-même.

Un siècle après Y-hang , un astronôme nommé *Su-kang* , parla de la parallaxe , & montra son usage dans les éclipses du soleil. Mais *Su-kang* étoit , dit-on , étranger , & cette nouvelle lumière étoit encore empruntée.

§. X V.

APRÈS la conquête de Gengiskan , vers 1280 , Koblay , son petit-fils , encouragea l'astronomie à la Chine , comme son frère Holagu la renouveloit en Perse. Sous son règne quelque instruction passa de Perse en Chine (a). Les communications avoient commencé à s'établir par la guerre & par les conquêtes. L'Asie presque entière obéissoit à Koblay & à Holagu ; la concordance des deux frères formoit une unité de pouvoir dans cette vaste partie du monde , qui rendoit plus facile le partage des lumières : enfin le courage tartare donna quelque ressort aux âmes chinoises , & Co-cheou-king parut. Cet astronôme mérita sa réputation ; il est le premier Chinois , qui ait connu la trigonométrie sphérique ; il fit un grand nombre d'observations , & entr'autres , celles de l'obliquité de l'écliptique , avec un gnomon de quarante pieds : il inventa & perfectionna les méthodes pour les éclipses ; enfin il embrassa l'astronomie avec assez d'étendue pour en pouvoir être regardé comme le réformateur. Il s'aïda de grands instrumens ; parmi ces instrumens , on en cite un , qui a quelque ressemblance avec le micromètre ; mais on n'a de toutes ces choses qu'une idée très-confuse. A la

(a) Soucier , Tome I , page 102.

mort de Co-cheou-king cette lueur s'éteignit ; ses instrumens furent ferrés , & les Chinois n'en firent pas plus d'usage que de son zele , qu'il ne leur avoit pas laissé.

§. X V I.

APRÈS lui , après le regne de Koblay , l'astronomie dégénéra. Vers la fin du seizieme siecle , le prince Tching fit des efforts inutiles pour la rétablir. Les Tartares , au bout de quelque tems , cédoient au pouvoir du climat , ils s'amolissoient : sans action au milieu de la langueur chinoise , leur ressort perdoit sa vertu. Il auroit fallu une nouvelle conquête pour produire une secousse , & rendre du mouvement à la machine. Alors les missionnaires Jésuites porterent à la Chine nos sciences & notre religion. C'est à eux que nous avons l'obligation de connoître ce peuple , qui n'est pas recommandable par la gloire des inventions , mais qui mérite d'être admiré par l'antiquité & la constance de ses mœurs , par la sagesse de son administration. Les Jésuites avoient tout ce qu'il faut pour réussir , du zele & des lumieres ; ils eurent long-tems un accès libre dans ce pays , où il n'est facile d'entrer que les armes à la main. On traduisit nos principes en chinois & en tartare. Toutes les nouvelles découvertes y furent portées par les relations que les missionnaires conserverent avec nous , & bientôt l'astronomie chinoise ne fut plus que l'astronomie d'Europe. Mais aujourd'hui que les Jésuites sont bannis de la Chine , & qu'ils ne font plus de prosélites , ni pour la religion , ni pour les sciences ; nous ne serions pas étonnés que les Chinois , toujours attachés à leurs usages , ne rentrassent dans leur ignorance , pour reprendre leur ancienne astronomie. Si on veut apprécier en peu de mots le mérite des Chinois dans la science dont nous faisons l'histoire , on verra qu'il se borne à des efforts
pour

pour retrouver cette ancienne astronomie perdue, dont l'existence n'est pas douteuse chez eux. De tems en tems des lumieres étrangères sont apportées dans l'empire ; elles rectifient quelques principes, elles produisent quelques efforts : mais comme les progrès ne sont ni suivis, ni liés ; comme chaque Chinois recommence l'édifice, des siècles passent sans que la hauteur augmente. Le meilleur de leurs astronômes fut Co-cheou-king : mais qu'a-t-il fait ? Il a rassemblé quelques restes de l'astronomie primitive, & les a réunis à l'astronomie communiquée, pour en faire un corps. Voilà ce que fut dans les climats méridionaux, le peuple le plus savant de l'Asie moderne. Voilà ce que fut le peuple, qui a existé le plus long-tems sur la terre. Une longue vie est une faveur du ciel ; elle permet des efforts répétés & de longs travaux enchaînés : mais le peuple Chinois nous prouve que la nature n'a rien fait pour l'homme, en lui donnant du tems, si elle ne lui donne encore du génie.

§. X V I I.

Nous avons rapporté dans l'histoire de l'Astronomie ancienne tout ce qui concerne les Indiens, parce que chez ce peuple, constant dans ses opinions, & conservateur obstiné des usages de ses peres, tout porte le sceau de la plus haute antiquité. Maintenant que nous sommes instruits de l'astronomie greque, née à Alexandrie, on pourra nous demander, & ce ne seront point des astronômes qui feront cette question, si ces connoissances n'ont point pénétré dans les Indes, pour fonder les belles tables indiennes que nous admirons. Nous ne devons laisser aucun doute à cet égard, & nous allons le dissiper.

C'est un principe incontestable que l'ignorance, quand elle imite, imite servilement : changer, corriger son modele, n'est pas imiter, c'est créer ; & cette espece d'imitation, si c'en est

une, ne laisse aucune trace après elle. D'ailleurs, supposer les Indiens assez savans pour corriger les Grecs qu'ils auroient choisis pour maîtres, c'est faire un cercle vicieux, c'est supposer la chose même qu'on révoque en doute, la science des Indiens : il en faut une très-grande pour réformer des gens éclairés ; & si les Indiens, si fiers, si attachés à leurs usages, avoient été assez habiles pour corriger les enseignemens des Grecs, ils se seroient passé de leurs leçons ; forcés de prendre des connoissances étrangères, ils les auroient prises en entier, & les auroient conservées dans toute leur pureté, comme ils conservent tout ce qu'ils ont adopté. Quoique le Ciel soit un grand tableau, exposé à la vue de tous les hommes, quoique les mouvemens, que la nature opere dans ces lointains, soient les mêmes pour tous les pays & pour tous les observateurs, cependant les résultats de l'observation different, parce que les vues, les moyens, les talens, les tems sont différens. La science de l'astronomie consiste dans la détermination des périodes célestes, dans la connoissance des inégalités des astres & dans celle des points fixes de leurs orbites : lorsque ces élémens sont entierement semblables, on peut conclure qu'il y a adoption ; lorsqu'ils different, quelque peu que ce soit, ce sont des copies de la nature, prises sur le même original, mais par des auteurs différens.

Cela posé, on peut prouver démonstrativement que les Indiens n'ont rien emprunté de l'astronomie greque.

1°. Ils font usage de la période lunaire de 19 ans, tandis qu'Hypparque & Ptolémée n'ont connu que la période chaldaique de 18 ans & 10 jours.

2°. Ils ont une année solaire de $365^{\text{h}} 50' 36''$ (a), tandis que Ptolémée la faisoit de $365^{\text{h}} 55' 12''$.

(a) Bailly, Mém. Acad. des Scien. 1783.

3°. Le mouvement des étoiles chez les Indiens est de $54''$ par an ; Ptolémée ne le croyoit que de $36''$.

4°. L'équation de l'inégalité du soleil est de $2^{\circ} 10' 32''$ dans les tables indiennes ; elle est de $2^{\circ} 23'$ dans l'almageste.

5°. L'apogée de cet astre est également fixe ; mais il est placé au 5° des Gémeaux dans l'Almageste, & dans les tables indiennes au 17° du signe des Gémeaux du zodiaque mobile (a).

Ce parallèle , que nous pourrions pousser plus loin , montreroit toujours des différences ; nous en parlerons encore dans nos éclaircissémens (b). Mais ce que nous venons de dire suffit pour prouver que les tables indiennes non seulement n'ont point été copiées sur l'Almageste de Ptolémée , mais qu'elles n'ont aucun rapport avec ce grand ouvrage.

§. X V I I I.

LES Siamois , suivant leur propre histoire , paroissent être d'une date plus récente que les Indiens. Leur époque civile remonte à l'an 544 avant J. C. Voilà la date la plus reculée qui soit dans leur mémoire. Ces peuples sont ignorans & superstitieux , comme tous les Orientaux ; cependant ils ont , comme les Indiens , des méthodes très-singulières & assez bonnes pour calculer les mouvemens & les éclipses du soleil & de la lune. M. de la Loubere , Ambassadeur de France à Siam , rapporta un manuscrit , qui contenoit les regles de leur calcul. Ces regles sont sans explication. Dominique Cassini les déchiffra avec une sagacité extraordinaire , c'est-à-dire , avec le génie qu'il avoit pour l'astronomie. Ces regles sont ingénieuses , mais difficiles à pénétrer. Les difficultés qu'a rencontrées Dominique Cassini , se retrouvent également dans les préceptes des tables indiennes.

(a) Bailly, Mém. Acad. Scien. 1783.

(b) *Infra*, Eclairc. Liv. V, §. 41.

rapportées par M. le Gentil. Il paroît que les anciens Orientaux, toujours mystérieux, ont eu pour objet de cacher la science, & de ne livrer qu'une pratique aveugle à l'ignorance. Ne semble-t-il pas que ce soit l'ouvrage d'instituteurs éclairés, qui venus chez des nations grossières, ont caché leurs bienfaits, ont déguisé la science pour la faire admettre, pour la proportionner à des conceptions étroites ? Ils sont morts avec la connoissance des causes & des principes, & la mémoire est restée chargée de ces regles ; qui se sont conservées dans un pays où l'on conserve tout. Ces préceptes des Siamois n'ont aucune ressemblance avec les méthodes de l'Almageste, avec les anciennes tables des Perses, avec les méthodes chinoises, mais elles en ont beaucoup avec les autres regles indiennes. On voit même par une réduction des méridiens, que D. Cassini y a trouvée, que ces tables de Siam ont été primitivement construites pour Benarès, chef-lieu des Brames dans ces contrées. C'est de là qu'elles se sont répandues dans les deux presqu'îles de l'Inde (a). Toutes ces méthodes orientales ont une forme très-différente de la forme des nôtres. Il seroit intéressant que quelque habile astronôme tentât de les expliquer & de les rapprocher. Ces différens procédés, comparés entr'eux pour distinguer ce qu'ils ont de commun, & comparés à l'astronomie européenne, pour les ramener aux vrais principes, nous donneroient vraisemblablement une connoissance complète de l'astronomie orientale & de l'esprit de l'antiquité. Tous ces trésors d'une science grave & formée chez des peuples enfans, nous représentent toujours des héritiers, qui ne sont pas en âge de jouir des biens qu'on leur a acquis. Ce grand spectacle, cette étude générale de l'Asie ne nous a montré que des débris. Nous avons établi un seul peuple antérieur, pour former une supposition plus simple ; mais les méthodes différentes pourroient faire imaginer

(a) Bailly, *Mém. Acad. Sc.* 1783.

plusieurs peuples, qui, avec des langues diverses, avec différens degrés d'instruction, auroient formé jadis dans l'Asie un corps semblable à celui des peuples de l'Europe. Sans l'art de l'imprimerie, qui est fait pour tout perpétuer, une grande révolution physique, un déluge de barbares pourroit changer en déserts l'Europe florissante, & ne laisser de nous que de pareils débris. On douterait de notre existence passée, comme on doute de ces peuples, qui ont encore des témoins subsistans dans ces vieux monumens de l'astronomie, dans ces tables, où la science est cachée sous les formes les plus simples, dans ces longues périodes des mouvemens combinés des astres, dans une détermination précise de la longueur de l'année, qui est le fruit des siècles, enfin dans les institutions de l'industrie, de la patience & du tems.

§. X I X.

LE nouveau monde, l'Amérique, ne nous offre point le même spectacle que l'Asie ; il n'y a ni méthodes savantes, ni longues périodes, ni cette philosophie profonde, mais décrépite & ramenée à l'enfance par des fables : le genre humain est au premier âge. Les fables sont des délires & non des emblèmes. Cependant on y retrouve encore des conformités singulières. Nous considérerons d'abord les Péruviens. Acosta & Garcilasso, qui n'étoient pas de grands astronomes, nous ont assez mal instruits ; mais dans ce qu'ils nous ont appris, on distingue des connoissances astronomiques ; les Péruviens observoient les solstices & les équinoxes, au moyen de colonnes érigées devant le temple du soleil, au pied desquels on avoit tracé un cercle (a). On reconnoît la méthode que les Indiens employent pour orienter leurs pagodes (b). Ils avoient douze tours, suivant Garcilasso (c), pour marquer les mois,

(a) Acosta, *Lib. VII*, c. 3.

(b) Hist. de l'Astron. anc. p. 111.

(c) Garcilasso, *Libro secundo*, cap.

17.

comme les Chinois ont douze palais pour les lunes de l'année. Les Péruviens, aussi superstitieux que les Orientaux, apportent la plus grande attention aux éclipses de soleil & de lune, quoiqu'ils en ignorassent les causes, ou qu'ils n'en connussent que de ridicules. Ils croyoient le soleil irrité contr'eux, lorsqu'il leur déroboit sa lumière, & toute la nation s'attendoit aux plus terribles disgrâces. La lune étoit malade, lorsqu'elle commençoit à s'éclipser; elle étoit morte ou mourante, lorsque l'éclipse étoit totale : & comme les anciens Perses avoient annoncé la fin du monde, au moment qu'un astre tomberoit sur la terre (a), une superstition semblable, qu'il est singulier de retrouver en Amérique, faisoit craindre que la lune, en tombant, n'écrasât les hommes par sa chute. Ils faisoient sortir leurs chiens, & à force de coups, les contraignoient d'aboyer, dans l'opinion que la lune aimoit particulièrement ces animaux. C'est peut être l'origine du proverbe *aboyer à la lune*.

Les mois des Péruviens étoient lunaires, divisés en quatre parties, qu'ils distinguoient par des noms & par des fêtes. Ainsi voilà l'usage des semaines bien établi dans l'Amérique; le Pere Laffiteau ajoute que leur année de 365 jours étoit partagée en douze mois de trente jours, avec cinq jours épagomènes (b).

§. X X.

DANS l'Amérique septentrionale, les Iroquois connoissent l'étoile polaire & son immobilité (c); remarque assez étonnante pour des peuples chasseurs. Mais ce qui est encore plus étonnant, c'est qu'ils donnent aux étoiles de la constellation de la grande Ourse le même nom que nous (d). Nous avons déjà remarqué que les Sauvages des bords de la rivière des Amazones

(a) Hist. de l'Astron. anc. p. 356.

(b) Mœurs des Sauvages, T. II, p. 215.

(c) Ibid. p. 232.

(d) Weidler, p. 267.

donnent aux étoiles de la tête du Taureau un nom, qui, dans leur langue signifie *mâchoire de bœuf*. Il est extraordinaire de trouver cette identité de noms dans l'infinité des combinaisons possibles. Les Mexicains sont de tous les peuples de l'Amérique, ceux qui paroissent avoir apporté plus de soin au calendrier ; ils avoient un cycle de cinquante-deux ans solaires, chacun de 365 jours. Ce cycle étoit représenté par une roue chargée de caractères hiéroglyphiques, & environnée d'un serpent dont les nœuds partagent ce cycle en quatre parties de treize ans. Cette manière de compter par treize s'observoit non seulement dans les années, mais aussi dans les jours du mois : & quoique le mois des Mexicains fût de vingt jours, ils recommençoient à compter par un lorsqu'ils étoient arrivés à treize. On pense que cet usage leur vient du mouvement de la lune, dont ils divisoient la révolution en deux parties de treize jours ; la première appelée le tems du réveil depuis le croissant jusqu'à l'opposition, & l'autre le tems du sommeil depuis l'opposition jusqu'à la disparition de la lune dans les rayons solaires. Mais cette raison est peu vraisemblable ; & puisqu'ils avoient treize dieux, il est plus naturel de croire qu'ils ont voulu, par ces divisions, leur donner le gouvernement des jours & des années. Selon eux, le soleil se renouveloit à la fin de chaque cycle, sans quoi le tems eût fini avec le vieux soleil. Il ne pouvoit durer que cinquante-deux ans ; après cet intervalle il en falloit un neuf. C'étoit un ancien usage dans la nation de se mettre à genoux le dernier jour du siècle, le visage tourné vers l'orient, pour observer si le soleil recommenceroit son cours ; on rompoit tous les vases, on éteignoit le feu, dans l'idée que le monde alloit finir : mais aussi-tôt que le premier jour commençoit à luire, on entendoit retentir les tambours & les instrumens, pour remercier les

dieux d'avoir accordé un autre tems. On achetoit de nouveaux vaisseaux, & l'on alloit recevoir du feu de la main des prêtres dans des processions solennelles (a).

Dans l'intérieur de la roue qui représente le cycle de cinquante-deux ans, sont placés les dix-huit mois de l'année des Mexicains : mais ces mois, réunis trois à trois, ne paroissent être que les subdivisions d'une premiere division de l'année en six parties (b) ; de sorte qu'on trouve ici une ressemblance remarquable des Mexicains avec les Arabes & les Chinois, qui ont une pareille division de l'année en six parties, & avec tous les peuples de l'Asie, qui ont eu la période de soixante jours, que les Mexicains ont partagé en trois mois de vingt jours. A ces dix-huit mois, ils ajoutoient cinq jours épagomènes ; comme les Orientaux.

§. XXXI.

L'AMÉRIQUE ne possède donc que peu de connoissances astronomiques ; ou, pour parler plus juste, elle n'en possède point du tout ; elle a seulement des institutions civiles qui en sont dérivées. S'il est permis de proposer des conjectures assez bien fondées, on en peut tirer une conclusion importante pour la population du nouveau monde. Les superstitions des éclipses, semblables dans les deux hémisphères, les douze tours ou observatoires des Péruviens, analogues aux douze palais des Chinois, consacrés aux lunes de l'année ; l'usage d'orienter les bâtimens, que l'on retrouve en Amérique comme en Asie, la division du mois en quatre parties, les vestiges de la période de soixante jours, retrouvés dans les mois de vingt jours des Mexicains, les cinq jours épagomènes, ajoutés à la fin de

(a) Hist. des voy. T. XLVIII, p. 16 & suiv.

(b) Ibid. Voyez la figure.

l'année,

l'année, le serpent établi pour emblème des révolutions célestes; enfin cette superstition, qui regarde la fin du cycle comme le renouvellement de toutes choses, superstition absolument la même que celle, qui inventa en Asie tant de périodes appelées *grandes années*; ces ressemblances & ces faits n'indiquent-ils pas que les peuples des deux mondes ont une même origine? Et dans cette supposition, comme l'Amérique n'a pu être peuplée que par le nord, il semble naturel de conclure que cette origine commune a été placée au nord de la terre; où les deux continents se réunissent peut-être par une communication encore ignorée. Une chose très-remarquable, c'est le nom de grande Ourse donné à la même constellation boréale par une nation de l'Amérique, & par les plus anciens peuples de l'Asie, d'où ce nom a passé jusqu'à nous. Cette constellation ne ressemble pas plus à une ~~ourse~~ qu'à autre chose; c'est la fantaisie & l'imagination qui donnent ces noms; ce seroit un singulier hasard, que celui qui seroit rencontrer deux peuples dans un choix si arbitraire. Il y a même une observation importante à faire, c'est que l'ourse étant un animal du nord de la terre, il en naît un soupçon, que c'est dans le nord que les premiers noms des étoiles ont été imposés. Ces noms se sont conservés chez les nations où l'astronomie s'est perfectionnée, où elle a nommé toutes les étoiles & couvert la voûte céleste de constellations. Quoiqu'il y ait une énorme différence entre l'Asie jadis civilisée, aujourd'hui intéressante par les restes des plus belles connoissances, & l'Amérique inculte, sauvage, & où presque partout les animaux & les hommes disputoient l'empire quand on la découvrit, il semble cependant qu'il y ait une première origine, qui a établi des conformités. Les fils d'un même pere se sont séparés, & le hasard qui fait les fortunes, a porté l'un dans l'abondance, a

laissé l'autre dans la misère. On diroit que le genre humain, né sous un climat, qui ne lui a pas permis de se perfectionner, en se dispersant par différentes colonies, s'est placé dans l'Asie sous un ciel plus favorable, où il a développé ses progrès, tandis que faisant un tour immense pour parvenir en Amérique par le nord, il a vécu dans ce long trajet sous un ciel dur, sur une terre froide qui engourdissoit l'imagination : loin de gagner, il a sans doute perdu, & tout a été suspendu pour cette race des hommes, jusqu'au moment où leur voyage s'est terminé dans ces contrées aimées du soleil, dont ils sont devenus les enfans.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE HUITIEME,

De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.

§. PREMIER.

APRÈS un long tour, nous sommes parvenus en Europe. C'est la patrie des arts & des sciences ; c'est là que la nature avoit marqué les grands progrès de l'esprit humain, amenés par des efforts suivis & par des circonstances difficiles à réunir ; la civilisation des peuples, la durée des empires, & une température qui permet le génie. L'édifice de l'astronomie, fondé dans les premiers âges, renversé par les convulsions de la terre ou par les fléaux politiques, conservé dans ses débris par les anciens peuples de l'Asie ; relevé en partie dans Alexandrie & chez les Arabes, va devoir sa grandeur à l'Europe.

O o ij

L'Italie & l'Allemagne ont commencé, la France & l'Angleterre ont hâté la construction; à ce moment toutes les nations travaillent de concert : l'édifice s'élève encore, & nous ne pouvons dire où doit s'arrêter la sommet de sa hauteur majestueuse.

§. II.

L'EUROPE, si l'on excepte la Grèce & l'Italie, fut longtemps barbare. Les conquêtes des Romains, en répandant des mœurs nouvelles, commencerent à la civiliser. On ne peut douter que les habitans de cette partie du monde ne fussent plus modernes que les Orientaux. Les pépinières du nord ont toujours fourni des hommes aux contrées méridionales. Le nord semble un centre d'où sont sortis plusieurs jets de population & de lumières. Le premier s'étendit par toute l'Asie, dans des tems très-reculés; de nouveaux essaims, dans des tems postérieurs, trouvant l'Asie occupée, se jeterent sur l'Europe. Enfin dans des tems tout-à-fait modernes, l'excès de la population septentrionale, repoussée par l'Asie & par l'Europe, se déborda en Amérique, & y fonda les empires du Mexique & du Pérou, qui, suivant leurs histoires mêmes, sont des peuples assez nouveaux.

On ne doute point que les Celtes & les anciens Gaulois ne soient primitivement descendus des Scythes. Les premiers habitans de l'Angleterre ont la même origine, puisqu'ils sont Celtes. Mais les plus anciens des peuples Européens sont sans contredit les peuples du nord. Nous avons fait voir que les ancêtres des Suédois avoient connu la vraie longueur de l'année de 365 jours un quart, 2300 ans avant notre ère. Les Gaulois ni les Celtes Anglois, ne sont pas, à beaucoup près, si antiques. ou du moins nous n'avons commencé à les connoître

que par leurs émigrations de Bellovèse & de Brennus, & par les guerres où César leur rendit les maux qu'ils avoient faits aux Romains.

§. III.

Qu'IL nous soit permis d'appuyer sur un usage de ces Suédois, dont nous n'avons pas tiré toutes les conséquences dans l'histoire de l'Astronomie ancienne, mais qu'il est important de considérer ici, parce qu'il décele leur origine. Le commencement de leur année tomboit au solstice d'hiver, ou plutôt vingt jours après, lorsque le soleil se remontroit sur l'horizon, après une absence de quarante jours; ils avoient alors une fête de réjouissance (a). Nous n'insistons point sur la conformité de cette fête avec celle qu'on célébroit tous les ans pour Adonis, retrouvé après quarante jours de deuil & de mort. C'est l'absence même du soleil pendant quarante jours, qui mérite qu'on y fasse attention. Quand un peuple a des fêtes, qui ont un but physique, elles sont relatives au climat qu'il habite; il n'a garde de s'affliger ou de se réjouir pour les phénomènes d'un autre horizon. Nous devons donc en conclure que cette fête des Suédois étoit née des phénomènes mêmes de leur climat & du plaisir de voir renaître le soleil après l'avoir perdu. Ils ont pu conserver cet usage en passant sous un ciel que le soleil anime tous les jours de ses regards; c'est l'effet de la force de l'habitude & du respect des usages: mais il est indubitable qu'ils ont habité le climat de 68 degrés, où cette absence du soleil les affligeoit. C'est de cette latitude, c'est du nord de la Suede, qui fut d'abord peuplé, qu'après avoir découvert des pays plus favorisés de la lumière, ils sont.

(a) Olaus Rudbeck, *Atlantica*, Tome I, p. 96.

descendus vers le parallèle de 60°, où leur capitale est établie, & voilà ce que nous voulions remarquer.

§. I V.

CEPENDANT tous ces peuples furent ignorés des Romains; les vainqueurs de la terre n'ont connu que ceux qu'ils ont conquis. Ils ne nous ont parlé que des Celtes de la Gaule, de la grande Bretagne & de la Germanie. César fait honneur aux Gaulois d'avoir cultivé l'astronomie; les Gaulois avoient une idée des astres, de leur mouvement, de la grandeur de la terre & de l'Univers: ces connoissances étoient établies & consacrées par la religion. On ne peut juger de leur mérite, parce qu'elles étoient renfermées dans des vers faits pour être chantés, qui ne furent jamais écrits; ils auroient cru profaner la science des choses divines par les caractères vulgaires, qui servoient pour les affaires publiques & privées (a). On pourroit croire que ces connoissances avoient passé de l'Orient dans les Gaules par les Phocéens établis à Marseille; ou par quelques disciples de Pythagore sortis de l'Italie, si César ne disoit pas lui-même (b) qu'elles étoient venues de la grande Bretagne. C'étoit du moins la tradition du pays; L'Angleterre étoit dès-lors une nation éclairée, du moins relativement au tems.

§. V.

QUELQU'UN s'imaginera peut-être sur cette idée *de la grandeur de la terre & de l'Univers*, que les Druides étoient des astronômes. C'est beaucoup, c'est tout d'avoir mesuré la terre & l'Univers. Dans nos travaux successifs, nous ne nous proposons pas autre chose; & puisque nous travaillons encore, nous

(a) César, *de bello gallico*, L. VI, c. 14.

(b) *Ibid.* c. 13.

n'avons pas atteint notre objet. Cette expression, précisément parce qu'elle signifie beaucoup, ne signifie plus rien. Les grandes choses que les Gaulois avoient faites dans ce genre, étoient renfermées dans des odes chantées. La poésie fait aisément des miracles ; *le mensonge & les vers de tout tems sont amis*. L'enthousiasme qui les dicte, exagere toujours, & quand on est sous le charme, on est loin de la vérité. Tout étonne les barbares : ils jugent des choses, non par ce qu'elles valent, mais par ce qu'elles leur coûtent. Lorsque dans un pays inculte, asile de quelques hordes sauvages, une de ces hordes, plus forte ou plus guerrière en a vaincu deux ou trois autres, ses bardes ou ses jongleurs disent qu'elle a conquis le monde. Les Gaulois n'étoient pas sans doute dans cet état sauvage, mais ils formoient de petits peuples divisés, qui n'ont pas su se réunir pour se défendre contre les Romains. S'ils ont arpenté grossièrement quelque étendue de pays, s'ils ont nommé quelques étoiles, s'ils ont déterminé à-peu-près la durée de l'année, les Druides auront dit qu'ils avoient mesuré le ciel & la terre. Tous les esprits, ceux qui se traînent, comme ceux qui ont des aîles, croient appercevoir les bornes du monde ; ces bornes ne sont jamais que celles de notre entendement ; & pour apprécier l'expression du savoir des Gaulois, il faudroit avoir la mesure des têtes & des esprits. Cette expression vague ne nous apprend donc rien. Si nous avons établi l'opinion d'un ancien état des sciences dans l'Asie, ce n'est pas sur de pareils rapports ; c'est sur des monumens, c'est sur la période de six cents ans & sur une infinité d'autres périodes ; c'est sur la détermination exacte de la longueur de l'année ; c'est sur les tables & les méthodes savantes des Indiens, des Siamois & des anciens Perses. Ces institutions supposent de longs & de pénibles travaux ; nous n'en aurions point cru les annales, &

les poëties des peuples , qui en sont les auteurs , nous avons dû en croire les faits qui parlent pour eux. Nous avons jugé que le peuple primitif & détruit a pu habiter sous le parallèle de 49°, & quoique la France soit sous ce parallèle , ce peuple ne fut point celui des Gaules. L'auteur des sciences que nous avons trouvées en Asie , est plus naturellement placé dans cette partie du monde ; nous avons montré la difficulté des communications. Eh quoi , les Gaulois auroient fait de grands travaux , & les monumens de leurs succès ne subsisteroient qu'en Asie ! Mais ce n'est pas tout ; un sol cultivé ne produit pas une plante seule. Lorsqu'une science fait des progrès marqués , les autres ont au moins quelque mouvement ; les arts marchent à leur lumière & à côté d'elles : & si César , qui étoit un homme éclairé , n'a trouvé ni arts ni sciences dans les Gaules ; si au contraire la conquête des Romains a policé les Gaules , la question est décidée , & il n'y a plus qu'une chose à répondre , c'est qu'une invasion de barbares y avoit ramené l'ignorance à la place du savoir. Mais un peuple savant & policé laisse après lui des témoins de son existence passée. On voit des chemins tracés , des canaux ouverts , des montagnes coupées ; on voit des ruines auprès des habitations nouvelles , & de vastes champs , peut-être incultes , mais auparavant fertilisés pour de grandes subsistances. La terre a un air d'épuisement & de nudité quand l'homme y a passé. Sur-tout elle n'est point couronnée de ces forêts , qui sont les antiques productions de la nature en liberté. Lorsque les végétaux , les arbres périssent de leur mort naturelle , leurs débris fertilisent le sol qui les a fait naître , & préparent une génération plus nombreuse. L'homme , qui consomme beaucoup , arrête la multiplication de toutes les espèces ; il n'est point policé sans être cultivateur , & dès qu'il cultive , il se multiplie ; il se

se trouve bientôt à l'étroit d'espace & de substance; il prend la hache & les forêts s'abaissent devant lui. Si le pays qu'il a long-tems habité, devenoit désert, il faudroit à la nature une longue suite de siècles pour réparer le dommage de son séjour. Jusques-là les vestiges sont conservés sur la terre par des champs nus & couverts de landes, par des monceaux de pierres & par des amas de salpêtre, qui sont les monumens de son habitation. Il paroît que dans l'origine la Gaule étoit un pays aquatique & marécageux, rempli de vastes forêts, conservées comme la demeure de la divinité, où les Druides grossièrement atroces brûloient des hommes en son honneur, & où les peuples vaincus par César, trouvoient un asyle contre ses armes. Les Gaulois ne sont pas assez inconnus pour qu'on puisse leur accorder un savoir illimité; ce qu'on en ignore est circonscrit par ce qu'on en fait. Le système de la métempsychose, le dogme de l'immortalité de l'ame & les autres idées métaphysiques de ce genre sont défigurées par des fables, & ne sont évidemment chez eux qu'une philosophie empruntée. Mais pour nous renfermer dans ce qui concerne l'astronomie, ces peuples ont déterminé leur capacité, ont donné leur mesure en faisant usage d'une période de trente ans, pour concilier les mouvemens du soleil & de la lune. On ne supposera pas qu'ayant inventé les périodes de dix-neuf & de six cens ans, ils les aient portées dans l'Asie pour les y laisser, & ne conserver chez eux, pour leur usage, que la plus défectueuse de toutes celles qu'on peut imaginer, & celle que des peuples ignorans peuvent adopter lorsqu'ils en sont encore à des essais grossiers. En qualité de François, nous croirions volontiers & à l'antiquité de nos ancêtres & à leur savoir; mais aux traits que nous venons de recueillir, nous croyons reconnoître dans les Gaulois un peuple nouveau, habitant un sol neuf, qui

n'avoit pas encore été travaillé, ni dévasté par les hommes. Ce que l'on cite de leur savoir astronomique doit se réduire à ces notions générales, qui appartiennent à tous ceux qui voyent les mêmes objets. La perfection des arts & des sciences est réservée à certains peuples, à certains siècles; elle attend le génie; mais l'invention première n'en a pas besoin: c'est souvent la nécessité qui commande à l'industrie, ou le loisir qui permet quelques remarques faciles.

§. VI.

L'HISTOIRE de l'Europe n'offre pendant long-tems que le spectacle des démembrements de l'empire romain & des querelles des princes qui disputoient ses dépouilles. Charles-Magne fut le premier protecteur des sciences. Il joignit aux belles-lettres quelque teinture de l'arithmétique & de l'astronomie; mais tout cela dans la mesure qui convient à un conquérant né dans un siècle barbare.

Le premier pas que l'on fit vers le renouvellement des connoissances, fut la traduction des élémens d'astronomie d'Alfergan. Jean de Sacrobosco, Anglois, fit un abrégé de l'Almageste & des Commentaires des Arabes, qui fut long-tems fameux sous le nom de *Traité de la sphère*. C'étoit dans ce livre qu'on étudioit l'astronomie, toute la science y étoit alors renfermée. Il conserva sa réputation dans des tems plus éclairés, comme ouvrage élémentaire; aujourd'hui il est oublié.

§. VII.

TANDIS que l'Empereur-Frédéric II encourageoit les sciences, établissoit des universités, ordonnoit des traductions, Alphonse X, Roi de Castille, surnommé *le Sage*, cultivoit

lui-même l'astronomie en Espagne. Au lieu de se borner à étudier les anciens, il se proposa de les corriger, & donna l'exemple d'attaquer leurs erreurs. Les tables de Ptolémée devoient de plus en plus défectueuses; il conçut le dessein de construire de nouvelles tables. En conséquence il assembla à Tolède, du vivant même de son pere, tous les savans connus, Chrétiens, Juifs, Maures; il présida lui-même à leurs travaux, & l'ouvrage, qui en fut le résultat, les tables appelées de son nom *tables alphonshes*, parurent le jour même qu'il monta sur le trône, le front ceint de cette double couronne. Cet ouvrage lui coûta 40000 ducats. En considérant la complication de tous ces cercles, par lesquels Ptolémée & les Arabes ont expliqué les mouvemens célestes, le prince dit: » si j'avois été appelé au conseil de Dieu, lorsqu'il créa l'Univers, les choses eussent été mieux ordonnées ». Mot impie, dont l'astronomie auroit vengé la divinité, si elle avoit besoin de l'être, en dévoilant la belle simplicité de la machine céleste.

S. V I I I.

LES tables alphonshes sont fondées sur les mêmes hypothèses que celles de Ptolémée; c'est le même système du monde. Il y a seulement quelque différence dans le moyen mouvement des planetes. Ce fut le Juif R. Isaac Abensid, surnommé *Hazan*, qui fut le principal auteur de ces tables (a); aussi ce Juif y a-t-il introduit les rêveries cabalistiques. On fait que, suivant les Hébreux, la septième année est sabathique, mais la quarante-neuvième est la grande année du Jubilé. Ce Juif avoit adopté le prétendu mouvement d'oscillation ou de trépidation des étoiles en longitude, inventé, ou, renouvelé

(a) Riccius, de motu cœli, sph. p. 155, où Riccius cite Ptolémée, lib. 1, c. 14.

par Thebith. On s'appercevoit bien alors que ce mouvement, borné à 9 , ou 10° , ne suffisoit pas pour expliquer la progression des étoiles, qui, depuis Ptolémée, s'étoient avancées de plus de 15° . Il plut à ce Juif de réunir le mouvement progressif avec le mouvement imaginé par Thebith, & de conformer ces hypothèses aux nombres mystérieux de la cabale plutôt qu'aux observations astronomiques. En conséquence il supposa que le premier de ces mouvemens ne s'accomplissoit pas dans 36000 ans, comme Ptolémée l'avoit cru, mais dans 49000 ans, c'est-à-dire, dans 1000 années jubilaires, & il admit une inégalité, une oscillation dont la période étoit de 7000 ans ou de 1000 années sabariques; en sorte que les étoiles étoient assujetties à un mouvement libratoire, tantôt direct & tantôt rétrograde autour d'un point fixe, lequel point avoit lui-même un mouvement toujours direct, qui s'accomplissoit en 49000 ans. Ce mouvement est en tout semblable à celui que nous avons découvert dans les nœuds des satellites de Jupiter (a); avec cette différence qu'ici c'est une hypothèse fautive & que dans le système de Jupiter c'est un résultat de la théorie, confirmé par l'observation.

Alphonse ou ses astronomes ne tarderent pas à s'appercevoir que le mouvement de trépidation étoit contraire aux phénomènes célestes; ils furent éclairés par les idées saines d'Albategnius sur le mouvement progressif des étoiles: ils le firent, comme lui, toujours direct, d'un degré en 66 ans, & il y eut une erreur de moins dans les hypothèses célestes.

§. IX.

ALPHONSE, à qui les sciences eurent obligation de ces

(a) Bailly, essai sur la théorie des satellites de Jupiter, p. 118 & 129.

tables, fut surnommé *le Sage* ou *l'Astronôme*. Ce dernier titre lui convient mieux que le premier. Il avoit l'esprit élevé, mais peu prudent; il étoit plus savant que politique: sa réputation l'ayant fait élire Empereur d'Allemagne, il profita mal de cet avantage; il ne fit valoir son droit que par des ambassadeurs. Les Electeurs, lassés de l'attendre, élirent à sa place Rodolphe, comte de Hapsbourg. Ainsi la négligence d'Alphonse fonda la grandeur de la maison d'Autriche. Il fut malheureux dans ses propres états; Sanche son fils, à qui il avoit assuré la couronne, trouva qu'il ne mourroit pas assez-tôt, & le détrôna. Le prince Emmanuel, son oncle, prononça lui-même dans les états assemblés, la sentence de déposition; & on prétend que l'ambition, qui se couvre souvent du voile respectable de la religion, s'appuya du mot impie qu'il avoit lâché contre l'ordre de l'Univers (a), & qui dans le fond n'attaquoit que le mauvais système de Ptolémée. Ses tables, qui lui coûtèrent 40000, ou 400000 ducats, furent payées cher, mais c'est parce qu'il lui en coûta l'empire d'Allemagne & ses propres états. Mariana (b) dit qu'il avoit perdu la terre en contemplant le ciel. La destinée de ce prince est singulière par sa conformité avec celle d'Ulug-beg; tous deux savans, tous deux curieux d'astronomie, auteurs de tables qui ont également porté & illustré leur nom, & tous deux détrônés par leurs propres enfans. Il seroit cependant injuste d'attribuer à l'amour des sciences le tort qu'Alphonse fit à ses affaires; il l'a trop embrassé sans doute, mais c'est qu'il manquoit de génie. De grands exemples, anciens & modernes, prouvent que l'étude des sciences ne nuit point à l'art de régner, qu'on peut être à la fois philosophe, conquérant & habile politique, dans

(a) Mariana, Lib. XIV.

(b) Ibidem, Lib. XIII, c. 20.

l'Asie Holagu, Ulug-bég, Almamon, en Europe Frédéric : mais il faut une tête forte pour réunir des talens si différens, & pour suffire à tant d'entreprises ; ou bien l'on se perd dans ses desseins même, & l'on tombe du trône comme Alphonse. On dit qu'ayant découvert par l'astrologie qu'il perdrait la couronne, il devint si défiant, si cruel, qu'il se fit des ennemis de ses propres sujets, & précipita lui-même sa chute. C'est ainsi que les prédictions se réalisent ; l'erreur les a dictées, l'imprudence en amène l'exécution. Ce prince mourut à Seville, détrôné & malheureux, en 1284.

§. X.

DANS ce siècle brillèrent deux hommes célèbres, l'un fut Albert le Grand, évêque de Ratisboné, qui se fit un nom par sa vaste érudition. Il a écrit sur l'astronomie & sur la sphère ; mais on ne doit pas oublier que tous ces ouvrages n'étoient que des compilations. L'érudition suffisoit pour la renommée, & l'on étoit un grand homme sans avoir rien inventé. Albert, après avoir abdiqué son siège pour vaquer à l'étude avec plus de liberté, mourut à Cologne l'an 1280, âgé de 81 ans. L'autre fut Roger Bacon, moine & docteur de l'Université d'Oxford, qui dans ces siècles d'ignorance, se distingua par le génie. On ne peut lui refuser l'esprit d'invention, s'il est vraiment l'auteur de cette composition funeste où l'art tire de la nature une force inconnue & prodigieuse, pour l'employer à sa destruction.

Bacon a fait des ouvrages qui appartiennent à l'astronomie. Il remarque que depuis la réformation du calendrier par César, les équinoxes & les solstices anticipoient de neuf jours sur les tems où Ptolémée les avoit observés ; il en conclut qu'il y avoit une anticipation d'un jour en 125 ans. Il ne se trompoit

pas de beaucoup. La vraie année solaire étant plus courte de onze minutes, commençoit tous les ans onze minutes avant l'année civile, & avançoit d'un jour au bout de 132 ans (a). Il reconnut également que la période de Calippe étant en erreur de six heures en 76 ans, s'écartoit d'un jour en 304 ans, comme nous l'avons remarqué (b) D'où il résulte une nouvelle imperfection dans le calendrier & dans la célébration de la Pâque, réglée relativement à la pleine lune qui suit l'équinoxe (c). Bacon eut donc la gloire d'avoir prévu la nécessité de la correction du calendrier.

§. X I.

ON a voulu attribuer à Bacon la connoissance des effets du télescope, ou du moins des verres qui grossissent les objets; mais en discutant les passages qui le font soupçonner, on croit qu'il n'avoit en vue que les sphères & les portions des sphères, dont les anciens ont connu la propriété pour grossir les objets. Smith (d) lui refuse même la connoissance des verres lenticulaires, c'est-à-dire, des verres qui sont convexes des deux côtés. Il paroît en effet qu'il n'a décrit que l'effet d'une portion de sphère dont la base plane est appliquée sur l'objet, & dont la convexité est tournée du côté de l'œil (e). Mais ces vues d'un homme, qui étoit au-dessus de son siècle, n'ont pas été inutiles à l'humanité. Il est probable qu'elles ont amené l'invention des lunettes appelées *besicles*, qui datent du commencement du quatorzième siècle; & la combinaison de ces verres, faite par le hasard, a produit l'invention des télescopes.

(a) Bacon, *Opus majus*, p. 171.

(b) Histoire de l'Astronomie ancienne, pag. 249.

(c) Bacon, p. 172. & suiv.

(d) Smith, à *Compleat syst. of opt.* T. II, p. 14 & 20.

M. de Montucla, *hist. des Mat.* T. I. p. 414.

(e) Bacon, *Opus majus*, p. 352.

Voilà ce qu'on doit certainement à Bacon. Mais comment lui faire honneur de la découverte, ou même de l'idée du télescope, puisqu'il attribue à cet instrument des effets miraculeux & impossibles, puisque cette découverte, que rien n'a préparée, n'auroit été suivie d'aucun progrès, & seroit restée inconnue, inutile pendant plus de trois siècles. Cependant on ne peut nier qu'il n'ait des présomptions en sa faveur. C'est premièrement le passage où il dit que César, des rivages de la Gaule, vit à l'aide d'un tube optique (a), les ports & les villes maritimes de l'Angleterre. C'est ensuite le passage où il dit que par le moyen des verres convexes on peut faire descendre en apparence le soleil & la lune (b). C'est ce qu'il dit encore ailleurs, que la construction des instrumens d'astronomie exige des connoissances d'optique (c). Ces passages sont très-singuliers, sur-tout quand on se rappelle que l'on trouve ces tubes de tems en tems dans l'histoire, comme des traces conservées d'une invention plus ancienne. Ces tubes semblent avoir été connus d'Hypparque & de Ptolémée (d). On les trouve à la Chine à différentes époques (e). En voici un cité du tems de César; Gerbert en fit usage au dixieme siecle, pour la construction de son horloge à Magdebourg (f). Peut-être la connoissance de ces tubes étoit-elle dans l'optique de Ptolémée, qui existoit encore au tems de Bacon. La conjecture de M. de Caylus, que les anciens ont connu le télescope, concilieroit tout (g). La tradition auroit pu passer jusqu'à Bacon, soit par l'optique de Ptolémée, soit par quelque autre

(a) Il se sert du mot *specula*, mais il y a apparence qu'il employoit ailleurs le mot *tube optique*, puisque M. Wood se sert de cette expression page 122 dans son histoire de l'Université d'Oxford, & il cite un traité miss. de perspective de Bacon.

(b) Bacon, *Opus majus*, p. 357.

(c) Hist. des Mathémat. T. I, p. 417.

(d) *Infra*, Eclairc. Liv. IV, §. 25.

(e) *Infra*, Eclairc. Liv. VI, §. 9.

(f) *Infra*, Eclairc. Liv. VIII, §. 7.

(g) Hist. de l'Astron. anc. p. 82.

ouvrage

ouvrage également perdu ; & il feroit arrivé à Bacon ce qui arrive à tout homme doué de beaucoup d'imagination , qui écrit sur le récit d'autrui , qui parle des choses qu'il n'a pas vues ; c'est de mêler des effets vrais à des effets impossibles.

§. X I I.

WOOD, dans son histoire de l'Université d'Oxford, (a) ajoute que le tube dont se servoit Bacon, le fit passer pour magicien. La connoissance qu'il avoit de la physique suffisoit bien pour établir ce soupçon dans un siècle d'ignorance, & dans une retraite, où la jalousie domine plus qu'ailleurs. Bacon s'étoit fait moins pour se livrer plus tranquillement à l'étude. Il se trompa, sa vie fut malheureuse; il vouloit substituer l'étude des mathématiques aux subtilités de la dialectique qui dominoit dans les écoles, & l'autorité de la raison à celle d'Aristote. Il tenta la réforme de la philosophie, que Descartes exécuta. Tous les deux furent persécutés; mais Descartes étoit libre, & Bacon, enchaîné par des vœux éternels, fut condamné dans un chapitre général. Le physicien y comparut comme magicien : il lui fut défendu d'écrire; il fut enfermé dans une prison, d'où il ne sortit que dans sa vieillesse (b).

Ce n'est pas que le génie de Bacon n'ait donné réellement dans bien des erreurs. Il croyoit à la pierre philosophale (c), & à l'astrologie judiciaire. Mais la transmutation des métaux a eu les plus célèbres partisans ; son impossibilité n'est pas démontrée, & l'on peut pardonner à Bacon dans le treizième siècle une opinion, qui dans le dix-huitième fut celle de Rouelle, un de nos plus habiles chimistes.

(a) Hist. de l'Univer. d'Oxford, Liv. I, année 1272.

(b) Hist. des Math. Tome I, p. 412.

(c) *Opus majus*, p. 472.

A l'égard de l'astrologie, il en restreignoit beaucoup l'étendue, & en nioit l'infailibilité. Les astrologues s'apercevoient de la vanité de la science & de la fausseté de leurs prédictions; ils se réservoient des prétextes pour sauver l'honneur de l'art en cas de malheur. On ne sera pas fâché de trouver ici les idées de Bacon sur cette chimère des espérances humaines. Il établit pour principe, d'après Ptolémée (a), que les prédictions ne sont vraies que lorsqu'elles sont générales; les prédictions particulières sont seulement probables. Selon lui, les vrais astrologues n'affirment rien; mais ils considèrent comment le corps est affecté par les causes extérieures & par les influences célestes; comment, en vertu de cette altération, l'âme est portée à certains actes: elle n'est point forcée, mais seulement induite & excitée; en sorte qu'elle veut librement ce qui est déterminé par les astres (b). On voit ici les efforts de la métaphysique pour conserver la liberté de l'homme, en limitant les principes d'un art mensonger, qui a réellement pour base la fatalité. Leibnitz a dit à-peu-près les mêmes choses, lorsqu'il a voulu conserver cette liberté au milieu d'un monde, où, selon lui, tout est enchaîné, & où cependant l'homme fait librement des actes nécessaires. On avoit depuis long-tems reconnu que les mœurs dépendent en grande partie du climat. Bacon (c) prétend qu'Alexandre, ayant trouvé dans l'Asie des nations dont les mœurs étoient cruelles, écrivit à Aristote pour lui demander ce qu'il en devoit faire; le philosophe répondit: si vous pouvez changer la constitution de l'air, laissez les vivre, sinon exterminiez les. La réponse vraie ou fausse, n'étoit pas trop philosophique, mais elle prouve que les effets du climat sur les mœurs, avoient servi à confirmer

(a) Ptolémée, *Canticologium in principio*.
Bacon, *Opus majus*, p. 151.

(b) *Ibidem*, p. 159.

(c) *Ibid.* p. 148.

l'erreur de l'astrologie. On voit que Bacon admettoit principalement l'effet de la constitution de l'air, modifié par les influences célestes; ce n'étoit, pour ainsi-dire, que l'astrologie naturelle. Il croyoit, comme Hypocrate & Galien qu'il cite, & il pensoit que c'étoit une partie intéressante de la médecine (a); mais il joignoit à tout cela des puérilités qui ne sont pas excusables: on en jugera par l'anecdote suivante. Un homme, qu'un certain prince faisoit chercher, vouloit échapper à ses poursuites: un astrologue lui conseilla de se tenir constamment assis sur un grand vase plein d'eau; les astrologues, consultés sur le lieu où étoit cet homme, répondirent qu'il étoit au milieu de la mer (b). Quel tems que celui où l'on croyoit aux prédictions d'un art, qu'il étoit si aisé de mettre en défaut! Quel homme que Bacon, supérieur sur tant d'objets, ici presque au niveau du vulgaire! Mais c'étoit l'erreur de son siècle, & une erreur accréditée par la plus longue possession. Quiconque ne rejette pas toutes les idées acquises, pour les examiner de nouveau, comme a fait Descartes, est dans le cas de conserver bien des préjugés. Avant de prononcer sur Bacon, transportons nous dans son siècle. Nés cinq cens ans plutôt, & avec moins de génie que lui, nous aurions sans doute donné plus avant dans l'erreur que nous condamnons aujourd'hui.

§. X I I I.

Nous nous sommes arrêtés sur cet homme célèbre dans un siècle qui n'a rien produit; nous nous hâtons de parcourir rapidement ces tems arides de l'histoire; & en releguant dans nos éclaircissmens la foule des traducteurs & des commentateurs

(a) Bacon, *Opus majus*, p. 158.(b) *Ibid.* p. 152.

qui furent des écrivains sur l'astronomie, & non des astronomes, nous passons au quinzième siècle, où deux grands événemens vont changer la face des sciences. L'un fut l'arrivée des Grecs, qui fuyant leur patrie, conquise & opprimée par les Turcs, apportèrent en Italie leurs ouvrages, leur exemple & leur génie. L'autre fut l'invention de l'imprimerie, qui répandit ces ouvrages dans l'Europe, avec une rapidité jusque alors sans exemple. Les Souverains de ce tems étoient tels qu'ils devoient être pour accélérer la fermentation des esprits, & pour concourir par leur protection & par l'influence du pouvoir, au renouvellement des connoissances. C'étoit l'Empereur Frédéric III, Mathias Corvin, Roi de Hongrie, le Pape Nicolas V, Cosme de Médicis, qui, fondateur d'une famille illustre, mérita le nom de père de la patrie, & fut également le père des Muses; enfin c'étoit François premier, qui vint après eux, & dans un regne malheureux & brillant fonda les lettres en France.

§. X I V.

Le renouvellement de l'astronomie commença en Allemagne. Dans les siècles que nous venons de parcourir, nous n'avons point encore vu paroître d'astronomes. Nous n'avons montré que des savans qui traduisoient les ouvrages des anciens, qui s'instruisoient avec peine & lenteur, dont la vie étoit consumée pour apprendre ce qu'on avoit pensé avant eux, & pour ranger dans leurs têtes, sur autorité & sans examen, les découvertes & les erreurs de l'antiquité. Mais ces savans n'étoient point des astronomes; pour mériter ce titre, il faut ajouter de nouvelles connoissances aux anciennes, il faut suivre de l'œil constamment dans le ciel le mouvement des astres, en fixer la trace par des observations: il faut ensuite,

lorsque ces observations ont été accumulées, les réunir, les combiner, & former une théorie de ces mouvemens, pour se mettre en état de les prédire. D'après cette idée de l'astronôme, le premier qui parut en Europe fut donné par l'Allemagne. Ce fut George Purbach, né en 1423 à Purbach, petite ville située sur les confins de l'Autriche & de la Bavière, & qui seroit inconnue, si George Purbach ne l'avoit pas illustrée.

§. X V.

PURBACH étudia dans l'Université de Vienne, & après y avoir fait ses preuves de mérite, il forma le projet de voyager pour achever de s'instruire. Il falloit voir les hommes quand les livres étoient rares. Il fut favorablement accueilli du cardinal Cusa, instruit lui-même de l'astronomie; il professa à Ferrare, à Padoue, à Bologne; car alors, lorsque les savans se visitoient, c'étoit une politesse & une marque d'estime de céder à l'étranger la chaire & l'instruction publique. Purbach retourné à Vienne, avec la réputation qu'il avoit acquise, y professa les mathématiques. Plusieurs Souverains se disputèrent cet homme déjà célèbre; mais l'amour de la patrie le fixa à Vienne, où il se livra à l'étude de l'astronomie; il entreprit une interprétation ou un abrégé de l'Almageste de Ptolémée, dont il ne termina que les six premiers livres. Ce fut en s'occupant du calcul, qu'il inventa la division décimale, plus commode que la division sexagésimale.

§. X V I.

L'OUVRAGE le plus considérable de Purbach sont ses théories des planètes, où il tenta de corriger Ptolémée & les astronomes d'Alphonse. Ce qu'elles ont de singulier, c'est que

Purbach y rappela l'opinion de la solidité des cieux , rejetée par Ptolémée. Il y a apparence que cet astronôme ne goûtoit pas le mouvement des planetes dans des cercles fictifs , mobiles eux-mêmes autour d'un point fictif , sans qu'on pût expliquer , ni concevoir quelle puissance retenoit ces planetes & faisoit mouvoir ces cercles autour de ces points. La raison commençoit à demander compte , & c'est le premier pas pour devenir la maîtresse. Il imagina donc des cieux solides , en forme de croissant , comme on le voit dans la figure 9 , terminés par deux cercles excentriques ; il donna à chaque planete deux de ces cieux. Le cercle extérieur BSKT du premier & le cercle intérieur AFGH du second sont concentriques au monde ; le soleil ou toute autre planete portée par le ciel intérieur , est supposée se mouvoir & glisser dans la roue MNDB , tandis que le tout se meut , en entraînant la roue & la planete autour du centre du monde en 24 heures. Comme la roue est excentrique à la terre ou au monde , elle explique les différentes distances des planetes. Dans le cas où cette hypothèse ne suffit pas pour représenter la différence des distances , Purbach substitue au corps de la planete un épicycle.

Cet épicycle est solide comme les cieux , il roule dans la roue , & porte la planete attachée à sa circonférence ; la distance peut donc varier encore de tout le diametre de cet épicycle. En donnant de pareils cieux à routes les planetes , on représente le système du monde , & elles sont assez éloignées entr'elles , pour que ces cieux puissent jouer & se mouvoir sans se gêner. Riccioli fait voir que cette hypothèse explique tout ce qu'expliquoient celles de Ptolémée. Des cieux solides sont sans doute une absurdité , mais rappelons-nous combien la raison humaine a de peine à se défaire de ses anciens préjugés. Ce sont toujours nos premiers jugemens ,

notre expérience qui nous trompent. Nous ne connoissons rien de durable sur la terre que ce qui est matériel & solide. Les cieux sont permanens , ou du moins le sentier que suit chaque planète est immuable ; elle ne s'en écarte jamais ; elle a donc des bornes qu'elle ne peut passer , & ces bornes , pour être durables , & plus durables que tous les ouvrages humains , doivent être matériels & solides. Cette solidité étoit une force coërcitive. Nous louons Purbach d'en avoir senti la nécessité ; ce n'est point la première fois qu'une vue saine a produit une erreur ; mais quand cette vue subsiste avec l'erreur , elle n'est pas perdue pour l'humanité : elle reste pour produire des efforts plus heureux.

Le cardinal Bessarion , légat du Pape Sixte IV , & l'un de ces Grecs savans , qui passèrent de Constantinople en Italie , étant venu à Vienne l'an 1460 , trouva Purbach occupé de son abrégé de l'Almageste , d'après une version latine d'un manuscrit arabe. Le cardinal lui conseilla d'apprendre le grec , pour se mettre en état de lire l'original & le vrai texte de l'auteur ; il lui proposa , & à son disciple Regiomontanus , le voyage d'Italie. Au moment que Purbach se disposoit à partir , la mort l'arrêta & l'enleva le 8 Avril 1461 , à la fleur de son âge ; il n'avoit pas encore 38 ans. Il a la gloire d'avoir été le premier astronome de l'Europe , & d'avoir fait un disciple plus habile que lui.

S. X V I I.

JEAN MULLER, de Konisberg, ville de Franconie, né en 1436, fut un astronome célèbre, sous le nom de Regiomontanus (a). Attiré par la réputation du Purbach, il se transporta à Vienne,

(a) *Regiomontanus* est la traduction latine du mot allemand *Konisberg*.

à peine âgé de 15 ans, & Purbach le reçut comme un disciple digne de lui. Cet excellent maître le livra d'abord à l'étude de l'Almageste ; mais en lui prescrivant d'étudier à fond l'ancienne astronomie ; il lui en développa les principes. Il lui montra qu'il falloit s'attacher principalement à déterminer le lieu que les points équinoxiaux & solstitiaux occupent dans l'écliptique, puisque c'est en partant de ces points, que l'on compte la longitude des planetes ; il faut connoître la position des étoiles fixes, & sur-tout des étoiles zodiacales, auxquelles on compare ces planetes. Il lui fit sentir que sans ces déterminations préliminaires, on ne pouvoit fixer exactement le lieu des planetes dans le ciel, ni observer leur mouvement. Cet habile homme, enlevé trop tôt à l'astronomie, avoit reconnu que pour faire faire des progrès à la science, il falloit la reprendre par ses fondemens. On peut juger de ce qu'auroit fait le génie de Regiomontanus, dirigé dès les premiers pas par de telles instructions, si sa destinée, trop conforme à celle de son maître, n'eût été de périr comme lui à l'âge de 39 ans.

§. XVIII.

APRÈS la mort de Purbach, la chaire qu'il remplissoit à Vienne, passa à Regiomontanus, qui, malgré sa jeunesse, étoit seul digne de le remplacer. Il se conserva la liberté de suivre le cardinal Bessarion en Italie. Regiomontanus y donna quelques leçons ; il prononça à Padoue un discours sur les progrès de l'astronomie ; il y composa divers ouvrages, & entr'autres, des éphémérides, c'est-à-dire, les lieux, les aspects des planetes, & l'état du ciel pour trente années. Il peut être regardé comme le premier auteur de cette espece d'ouvrage. Il eut soin d'y indiquer les jours où l'on devoit célébrer la pâque, conformément à l'usage de l'église & aux decrets des peres.

Les

Les défauts du calendrier avoient introduit beaucoup d'incertitude à cet égard. Les Juifs reprochoient, dit-on, aux Chrétiens leur ignorance ; mais la réformation, si nécessaire, attendoit des astronômes , qui pussent guider les décisions de l'église. Regiomontanus fut appelé à Bude par Mathias Corvin, Roi de Hongrie, qui y formoit une magnifique bibliothèque des manuscrits sauvés de la ruine de Constantinople & d'Athènes. Regiomontanus ne resta pas long-tems dans un pays troublé par les factions & désolé par la guerre ; il revint en 1471 à Nuremberg, où il trouva Bernard Waltherus, l'un des principaux citoyens, riche, jeune, & zélé partisan de l'astronomie. On vit un exemple heureux, mais peu imité, de deux hommes unis par le même goût, qui associerent la richesse au savoir, & firent d'assez grandes choses pour leur tems. Waltherus, avec une dépense digne d'un prince, fit les frais d'un grand nombre d'instrumens astronomiques ; il établit même chez lui une imprimerie. Par un échange heureux, Waltherus donna à Regiomontanus les moyens d'observer, qui manquoient à son génie, & Regiomontanus fit de ce riche citoyen un astronôme, qui a mérité sa célébrité.

§. X I X.

C'EST donc un particulier, qui, par un grand appareil d'instrumens, a la gloire d'avoir fondé l'astronomie en Europe, & renouvelé la pratique de l'observation. Nous donnons dans nos éclaircissemens la description de quelques-uns de ces instrumens, il nous suffira de dire ici qu'ils étoient construits sur les principes de ceux de Ptolémée & d'Hypparque. Il y en avoit un particulièrement, qui réunissoit à lui seul tous les usages des anciennes armilles. On pourroit le regarder comme universel ; il servoit à observer dans le plan de l'équateur, de

l'écliptique , & des cercles qui leur sont perpendiculaires ; il seroit de cadran , &c. On voit dans quelles mains étoit le renouvellement de l'astronomie. Cet instrument n'a pu être défectueux que par l'exécution , tout y étoit du côté de l'invention ; il n'y manquoit que les moyens fournis depuis par les progrès des arts. Ajoutez à cet instrument la perfection des mouvemens & des divisions , les lunettes ; donnez à Regiomontanus une vie plus longue & suffisante au développement de ses talens , & cet astronôme eût fait peut-être , aidé de Waltherus , une grande partie de ce qu'on a fait dans le siècle dernier pour l'astronomie.

§. X X.

PURBACH & Regiomontanus s'aperçurent de l'imperfection des théories anciennes , par une observation de Mars comparé aux étoiles voisines , & où cette planète se trouva éloignée de deux degrés du lieu indiqué par les tables : il falloit donc les rectifier à l'aide des observations. Il ne nous reste de celles qui ont été faites conjointement par ces deux astronomes , que trois éclipses de lune des années 1457 & 1460 (a). Quant à la manière dont ils s'y prenoient pour observer , les longitudes & les latitudes des planètes étoient déterminées par les cercles des armilles ; ils prenoient la hauteur du soleil , ou sa distance au zénith avec les grandes règles de Ptolémée : la science n'avoit donc pas fait un pas à cet égard , sinon que les instrumens étoient peut-être mieux exécutés , & donnoient l'espérance d'une plus grande exactitude. Ils avoient du moins dans leur entreprise l'avantage du tems , qui vieillit la science , & qui fait paroître ses défauts comme ceux des hommes : venus

(a) *Observationes hassiacæ & noribergæ* , p. 12

treize siècles après Ptolémée, ils avoient tout ce grand intervalle pour partager sur le nombre considérable des révolutions écoulées, l'erreur de leurs observations & celle des observations anciennes. Mais on doit à l'un de ces astronomes une invention très-utile, qui prépara de grands progrès ; c'est celle d'avoir l'heure vraie des observations par la hauteur du soleil & des étoiles. Les anciens ne marquoient souvent l'heure des observations, qu'en disant le matin, le soir, dans le milieu de la nuit : les Grecs d'Alexandrie, qui y mirent plus de soin, donnoient l'heure, mais sans indiquer aucune de ses subdivisions ; soit que leurs clepsidres n'eussent pas une marche assez régulière pour fonder une certaine précision, soit qu'ils crussent que leurs observations n'étoient pas assez exactes pour mériter ces attentions. Mais en exceptant Jupiter & Saturne, qui se meuvent fort lentement, l'incertitude de l'heure précise augmentoit infiniment l'incertitude de l'observation des autres planètes. Le tems, le nombre des révolutions peut compenser la précision, mais il faut attendre les siècles ; le tems s'écoule avec peu de fruit, & rien ne peut compenser sa perte. Purbach & Regiomontanus considererent le ciel comme un grand cadran, où l'heure étoit écrite de toutes parts. En effet la position, la marche de tous les astres, leurs distances à l'égard du soleil, qui règle les heures du jour, pouvant être connues à chaque instant, l'observation d'un astre donne nécessairement l'heure. En observant la hauteur du soleil, le calcul donne, au moyen des règles de la trigonométrie, la distance de cet astre au méridien, mesurée sur l'équateur. Supposons que cette distance, déterminée à un instant quelconque, soit de 40° , le soleil passe toujours au méridien à midi, le cercle entier de l'équateur y passe en 24 heures ; c'est à raison de 15° pour une heure, & de 1° pour $4'$: 40° répon-

Rr ij

dent donc à $2^h 40'$, & selon que l'observation est faite le soir ou le matin, il est $2^h 40'$ de l'après midi, ou $9^h 20'$ du matin. Purbach & Regiomontanus imaginerent encore de se servir des étoiles la nuit, au défaut du soleil. Quand on connoit par les catalogues la position d'une étoile dans le ciel, & le lieu du soleil par les tables, on peut toujours calculer leur distance réciproque, mesurée sur l'équateur. Si, par exemple, l'étoile est plus avancée que le soleil de 100° , il faudra que ces 100° passent au méridien & avant elle : ces 100° répondent à $6^h 40'$; & le soleil y ayant passé à midi, l'étoile y passera à $6^h 40'$. Cet instant connu, la hauteur observée de l'étoile pendant la nuit, indiquera l'heure, comme celle du soleil pendant le jour. Au moyen de cette hauteur de l'étoile, on peut calculer sa distance au méridien, mesurée sur l'équateur. Supposons que cette distance soit de 20° , qui répondent à $1^h 20'$, l'étoile étant vers le couchant, il s'ensuit qu'il y a $1^h 20'$ que l'étoile a passé le méridien, & qu'il est par conséquent 8^h précises du soir. Les autres astres ne sont point employés dans cette recherche, parce qu'ayant un mouvement propre qui est toujours un peu incertain, ils donneroient moins d'exactitude que le soleil & les étoiles. Purbach & Regiomontanus ont eu la gloire d'inventer une méthode qui est restée à l'astronomie moderne; elle sert encore pour avoir l'heure vraie & régler les pendules. Elle fut le germe de plusieurs autres méthodes; & la remarque de la nécessité de marquer l'instant précis des observations, fut un grand pas de la science. C'est par là que Purbach & Regiomontanus ont influé sur l'avenir, & qu'ils ont part aux progrès qui ont été faits après eux.

Cependant celui de ces deux astronomes, qui en est l'auteur, ne s'est point inquiété de s'en assurer l'honneur. Ils n'ont

confidéré que son utilité ; aussi nous n'avons point osé décider, & faire plus pour eux qu'ils n'avoient fait eux-mêmes. Ce n'est pas qu'il n'y ait quelque présomption en faveur de Purbach, la méthode étoit inventée en 1457. Regiomontanus n'avoit que 21 ans, Purbach en avoit 34, il devoit avoir plus d'expérience ; mais Regiomontanus pouvoit avoir plus de génie. Nous n'avons point voulu rompre une fraternité si louable, nous la proposons seulement pour exemple. Bien des savans se disputent de petites inventions, qui ne valent pas celle que ces deux grands hommes ont tranquillement partagée.

§. X X I.

Au mois de Février 1472, parut une comète que Regiomontanus observa, & c'est la première comète qui fut observée en Europe. Regiomontanus composa un traité pour montrer comment on peut déduire des observations la grandeur & la distance de la comète par le moyen de sa parallaxe, c'est-à-dire, qu'il appliqua à ces astres, regardés & négligés long-temps comme des météores, les méthodes qui servoient pour déterminer la grandeur & la distance des planètes ; il les rapprochoit du rang où l'Être suprême les a placés. Jusques-là ces astres n'avoient été vus que comme des signes instantanés, passagers, dont on redoutoit l'apparition, & qu'on ne considéroit qu'avec la curiosité de l'effroi. Regiomontanus sentit qu'ils étoient dignes de l'attention des savans, & en prenant soin de fixer leur lieu dans le ciel, leur distance & leur grandeur, il sembloit pressentir leur permanence, ou du moins il vouloit mettre la postérité dans le cas d'en juger.

§. X X I I.

Au milieu de ces travaux, la destinée de Regiomontanus

l'appela à Rome, où il devoit terminer sa carrière. Le Pape Sixte IV. s'occupoit de la réforme du calendrier, qui ne devoit être effectuée que plus d'un siècle après, & par Grégoire XIII. Sixte IV. jeta les yeux sur Regiomontanus pour l'aider dans l'exécution de ce projet, & lui fournir les secours de l'astronomie. On lui fit les plus grandes promesses; on le nomma à l'évêché de Ratisbonne. Waltherus resta à Nuremberg pour continuer les observations, & Regiomontanus partit l'an 1475 pour Rome, où il fut reçu avec les plus grands applaudissemens. Mais l'année suivante, au mois de Juillet, n'ayant pas encore 40 ans, il mourut de la peste; ou, comme d'autres le pensent, il périt par la vengeance des enfans de George de Trebifonde, qui laverent ainsi l'injure prétendue qu'il avoit faite à leur pere, en relevant les fautes de sa traduction de l'Almageste. Ces doutes sur le genre de mort de Regiomontanus, prouvent que si le crime a été commis, il n'a point été puni.

§. XXXIII.

DANS ces tems où un reste d'ignorance permettoit encore à la fable de se mêler à la vérité, on disoit que Regiomontanus avoit fait une mouche de fer, laquelle étant lâchée à table, voloit autour des convives & revenoit sur la main. On parloit d'un aigle, qui vola très-loin au-devant de l'Empereur, & l'accompagna, en planant dans les airs, jusqu'à la porte de la ville. Rapporter ces fables, c'est les réfuter suffisamment. Ramus paroît en être l'auteur, & quoique Gassendi les ait citées, elles n'en ont pas plus d'autorité, parce que les écrivains contemporains ne parlent point de ces inventions mécaniques, qui auroient été assez singulières pour faire beaucoup de bruit. Schöner fait plus d'honneur à Regiomontanus, en disant qu'il étoit partisan du mouvement de la terre. Si la

mort ne l'eût pas arrêté au milieu de ses travaux ; peut-être auroit-il enlevé à Copernic la gloire de la réforme de l'astronomie , & la réinvention du vrai système du monde. Mais cette opinion étoit ancienne ; & Regiomontanus n'ayant rien fait pour la rétablir , ne doit point être distingué dans le nombre des philosophes qui ont eu la même opinion. A côté de cette vue fautive , nous trouvons la croyance à l'astrologie ; erreur du siècle dont Regiomontanus ne s'étoit pas préservé.

§. X X I V.

BERNARD WALTHERUS étoit né à Nuremberg l'an 1430 ; il avoit une inclination naturelle pour les mathématiques & sur-tout pour l'astronomie. Il profita des instructions de Regiomontanus , & en l'aidant de ses dépenses pour construire de grands instrumens , ils observerent ensemble jusqu'au départ de Regiomontanus pour Rome , qui fut bientôt suivi de sa mort. Alors Waltherus ayant acheté les livres , les manuscrits & tout l'héritage astronomique que Regiomontanus avoit laissé à Nuremberg , il continua les observations jusqu'en 1504 , qui fut l'année de sa mort. On reproche à Waltherus de n'avoir point fait part au public des travaux de Regiomontanus. Possesseur de tous ses papiers , il les tenoit soigneusement sous la clef , & ne souffroit pas que personne les vît. Nous ne l'accuserons point sans preuves d'avoir voulu s'approprier les idées de son maître ; mais ce mystère peut en faire naître le soupçon. Il ne suivoit gueres l'exemple de Purbach & de Regiomontanus. Si l'intérêt personnel a corrompu la pureté de l'étude , c'est le fruit des applaudissemens des hommes. La vérité nue & sans récompense , ne manque point d'attraits pour se faire suivre. Dans les tems de ténèbres & d'ignorance , où les savans , seuls devant la nature , n'étoient ni admirés ,

ni entendus, les sciences étoient cultivées pour elles-mêmes; mais quand les connoissances ont commencé à se répandre, quand les premiers essais ont été loués, le profit de la gloire a frappé les ames intéressées, l'amour de soi s'est associé à l'amour des sciences, & leur culte a été profané. Dès que l'orgueil commande au génie, leurs produits sont mêlés, les querelles honteuses & les basses jalousies naissent avec les idées sublimes.

§. X X V.

ON voit dans les observations de Waltherus que les astronomes se servoient de différentes méthodes pour déterminer le lieu des planetes dans le ciel. Ils avoient d'abord les cercles des armilles qui donnoient directement la position des planetes; ils avoient la méthode des alignemens, la plus facile de toutes, parce qu'elle n'exige point d'instrument; ils faisoient encore usage de la méthode d'estimer les petites distances des planetes aux étoiles par les diametres apparens du Soleil, de la Lune & même de Vénus (*a*). Ils exprimoient aussi ces petites distances en doigts (*b*). Toutes ces méthodes étoient pratiquées dans l'école d'Alexandrie. C'est donc ici l'époque du changement; on y trouve les traces des anciennes, & les commencemens des nouvelles.

Une de ces méthodes nouvelles, plus exacte, mais fondée sur le même principe que celle des alignemens, est la méthode d'observer la distance d'une planete à deux étoiles pour connoître son lieu dans le ciel. On conçoit que connoissant la distance d'une planete à deux points déterminés du ciel, le point qu'occupe la planete est lui-même déterminé. On y

(*a*) *Observationes hassiacæ*, p. 41.

(*b*) *Ibid.* p. 55.

parvient

parvient par les regles de la trigonométrie, & par la relation que tous les cercles de la sphere ont nécessairement entr'eux (a). Cette méthode a été pratiquée jusqu'à la fin du siècle dernier, & peut-être n'est-il pas impossible que l'usage en soit repris pour une plus grande perfection. Elle appartient à Waltherus, à moins qu'elle ne fût renfermée dans les papiers de Regiomontanus.

§. XXVI.

WALTHERUS ne partage avec personne l'honneur d'avoir fait usage des horloges pour mesurer le tems dans les observations astronomiques. C'est en 1484 que nous en trouvons le premier exemple. Regiomontanus ne vivoit plus. Waltherus avertit que la sienne étoit bien réglée, & qu'elle donnoit exactement l'intervalle d'un midi à l'autre; mais l'exactitude dont il parle est relative à son tems, & aux premiers essais d'une application nouvelle. Jusqu'au neuvième siècle on n'eut d'horloges à roues que celles qui étoient venues de l'Orient; encore étoit-ce des clepsidres (b). Pacificus, archidiacre de Véronne, mort en 846, est le premier qui ait fait une horloge mue par des roues & par un poids, sans le secours de l'eau. Pacificus est sur-tout célèbre, parce qu'il paroît être l'inventeur de l'échappement (c); mécanique ingénieuse où il employa l'inertie d'un balancier, ou d'une masse mue par les roues, à retarder & à régler leur mouvement. Quand on eut l'idée de donner aux horloges un nouveau moteur, en se servant de la pesanteur des corps solides, on put remarquer aisément que ces corps avoient le même inconvénient que l'eau, celui de s'accélérer dans leur chute, & de tomber plus vite à la

(a) *Suprà*, p. 177.(b) *Suprà* p. 219.

(c) Les gens de l'art appellent cet échappement, échappement à verge, ou à palette.

fin qu'au commencement de leur descente. Ce fut donc en effet une idée très-ingénieuse que celle d'employer une masse, telle qu'un balancier, à retarder continuellement la descente du poids, à détruire l'accélération, & à ne lui laisser dans tous les momens de sa chute que la vitesse uniforme qu'il a dans le premier instant. C'est l'effet que produit le balancier circulaire : placé horizontalement, il porte sur son axe vertical deux palettes, qui sont alternativement poussées par les dents d'une roue, tandis que le poids de l'horloge tend à faire mouvoir cette roue, elle fait tourner la palette qui résiste à son effort, & lorsque la dent échappe, la dent opposée tombe sur l'autre palette ; par cet effet alternatif le mouvement de la roue, celui du rouage, tour-à-tour interrompu & rétabli, fait que la descente du poids, alternativement libre & suspendu, est toujours au premier instant, & établit, au lieu de l'accélération, l'uniformité de mouvement, qui est le principe de la régularité des horloges. Gerbert en fit une fameuse à Magdebourg en 1003 ; mais il y a lieu de croire que c'étoit un cadran (a). Dans le quatorzième siècle, on vit construire différentes horloges à Paris, celle de la tour du Palais, faite par un Allemand, & qui subsiste encore aujourd'hui ; à Londres l'horloge de Walingford, Bénédictin Anglois ; & en Italie celle de Dondis (b). Les horloges se multiplièrent, mais il faut croire que ce fut dans les monumens publics, tels que les palais & les églises. Les particuliers n'en avoient point encore chez eux. L'observation de Waltherus en 1484, est le premier exemple connu : il eut des facilités pour cette application heureuse ; les ouvriers de Nuremberg se distinguoient par l'industrie (c). Leur talent rendit sans doute ces horloges

(a) Eclairc. Liv. VII, § 7.

(b) *Ibid.* § 12.

(c) Encyclopédie, article horloge. Weidler, p. 381.

plus commodes , plus petites , moins cheres , & plus accessibles aux moyens d'un particulier , comme Waltherus , qui d'ailleurs ne regrettoit pas la dépense. Il acquit un de ces instrumens , auquel la destinée avoit attaché la perfection de l'astronomie , & le premier , il en fit usage.

Waltherus est aussi le premier des modernes qu'il se soit apperçu des effets de la réfraction. Il proteste que ce fut avant d'avoir lu ce qu'en disent Alhazen & Vitellion dans leurs traités d'optique. Mais la postérité ne statue point sur ces protestations ; elle ne connoît que les premières découvertes. Il n'a rien vu de plus que ceux qui l'avoient précédé ; il n'a point fait usage de cet élément , il est même tombé dans quelque erreur : ainsi la théorie de la réfraction ne lui doit rien.

§. XXVI.

JÉRÔME FRACASTOR , né à Verone en 1483 , fut un poète célèbre , & même un philosophe recommandable , en ayant égard aux tems où il a vécu. Il prétendit à l'honneur de faire & de renouveler un système pour bannir les cercles excentriques , & expliquer tous les mouvemens des astres par des orbes circulaires & concentriques. Il avouoit lui-même tenir ses idées de Jean-Baptiste Turrius (a) , son compatriote , cité par lui comme un homme de génie. Celui-ci légua , en mourant , ses opinions à Fracastor , & lui demanda de les répandre. Fracastor lui en fait honneur dans sa préface ; mais comme on ne lit guères les préfaces , le nom de Turrius est inconnu , & celui de Fracastor a quelque célébrité.

Dans le vrai , ce système n'appartient ni à Turrius , ni à Fracastor ; c'est le système d'Eudoxe & de Calippe que les

(a) Fracastor , de *stellis* , in *praf.*

deux Italiens se sont efforcés de rajeunir & de rendre vraisemblable. Leur effort annonçoit toujours une grande chose, c'étoit l'ennui du système de Ptolémée, & le besoin senti d'en créer un autre. En ce sens Fracastor peut être considéré comme le précurseur de Copernic ; il n'apportoit pas la vérité, mais il en étoit le présage. Au reste, la complication des homocentriques de Fracastor est extrême ; Eudoxe & Calippe n'avoient supposé que 56 sphères pour représenter les mouvemens des planètes ; c'étoit bien assez. Fracastor en établit 69, & même jusqu'à 79 (a). Comme les mouvemens, les inégalités étoient mieux connus, le rouage devenoit encore trop simple, il falloit ajouter de nouvelles roues à la machine. Fracastor donne 6 sphères aux étoiles, 17 à Saturne, 11 à Jupiter, 9 à Mars, 4 au Soleil, 11 à Vénus, 11 à Mercure, enfin 7 à la Lune.

§. XXVIII.

CEPENDANT, malgré la complication absurde de ces sphères & l'insuffisance du système, l'ouvrage de Fracastor renferme des vues philosophiques, des idées sous-entendues, dont le développement a produit d'excellens principes. La lumière ne naît pas tout à coup, elle commence par un crépuscule ; les objets, encore sombres, sont vus comme à travers un nuage : mais celui qui les a vus le premier, quoique d'une manière confuse, a marqué leur place, & on ne doit pas l'oublier.

Fracastor pose pour principe que les planètes ne se meuvent point par elles-mêmes ; selon lui, ce sont leurs cercles qui se meuvent (b). L'opinion que les astres avoient des âmes, ou des intelligences conductrices, n'étoit pas encore tout-à-fait

(a) Fracastor de stellis, sec. III, c. 24, . . . (b) Fracastor, de stellis, sec. I, c. 2, p. 9.

bannie. Des gens qui prodiguoient moins les intelligences, n'en accorderoient qu'une seule au monde entier ; ils en faisoient un grand animal , auquel cette intelligence donnoit le mouvement , d'abord à la totalité des parties , ensuite à chacune en particulier , comme l'instinct de l'animal meut son corps entier , & fait mouvoir chacun de ses membres. Fracastor n'a pas de peine à faire voir le ridicule de cette opinion (a) ; il combat assez ingénieusement l'opinion vraie que les corps des planetes , & non leurs cercles , se meuvent. La raison , les sens , dit-il , nous enseignent que les étoiles sont emportées tout à la fois par une sphere : car le mouvement d'une sphere a cela de particulier , que la vitesse des parties , qui sont proches de l'équateur , est la plus grande ; la vitesse diminue en s'éloignant de ce cercle , jusqu'au pôle où elle est nulle. Or il est évident que les étoiles se meuvent ainsi ; celles qui sont près du pôle n'ont presque point de vitesse. Il n'y auroit rien à objecter à Fracastor , si la terre étoit sans mouvement. Le mouvement diurne apparent des étoiles est en effet celui d'un globe ; il eût fallu deviner qu'il appartient à la terre & non aux étoiles. Voilà ce qu'on tient des sens , ce sont des apparences ; la raison , qui peut seule apprendre les réalités , n'avoit point encore parlé par la bouche de Copernic.

§. X X I X.

FRACASTOR croit que les planetes sont également mues par des spheres , précisément à cause de leurs stations & de leurs rétrogradations. Si elles étoient animées , ces corps immortels auroient un cours plus réglé ; si elles avoient en elles-mêmes la cause de leur mouvement , cette cause seroit unique

(a) Fracastor , *de stellis* , sect. I , c. 7 , p. 18.

& simple. Ce qui est simple & unique n'admet, ni ne peut expliquer les variétés observées. En effet, & dans la vérité, les phénomènes ne varient que parce que les astres subissent plusieurs loix, sont poussés par plusieurs forces. Comme passifs, ils sont tourmentés, détournés par des actions différentes, mais lorsqu'ils sont actifs, lorsqu'ils produisent le mouvement des autres astres par une énergie, qui réside en eux-mêmes, le principe de cette énergie est unique; & sa loi constante, si elle existoit seule, n'auroit que des effets simples, sans inégalités. L'effet de cette énergie sur eux-mêmes, pour se mouvoir, seroit semblable à celui de leur action sur les autres planetes; leur marche ne pourroit qu'être régulière. Mais dans un tems où l'on étoit bien éloigné de penser que les corps célestes pussent agir & réagir les uns contre les autres, en leur voyant plusieurs mouvemens, plusieurs inégalités, on pouvoit croire que les causes étoient extérieures, appartenoiént à des spherés chargées d'imprimer chacun de ces mouvemens; c'est un principe très-vrai & très-philosophique, que si la cause du mouvement étoit inhérente à la planete, cette cause seroit unique; & le mouvement simple & toujours le même.

§. X X X.

FRACASTOR marche assez méthodiquement, & cette logique est utile, même en enchaînant des erreurs; elle apprend à marcher dans la vraie route, quand on l'aura trouvée. Fracastor observant plusieurs mouvemens dans les planetes, conclut qu'elles étoient entraînées par plusieurs spherés. Ici il n'étoit pas plus avancé que Calippe & Ptolémée, qui créoiént une sphere ou un cercle à chaque inégalité reconnue (a). Le mou-

(a) Fracastor, sect. I, c. 3, p. 12.

vement des orbes supérieurs agit sur les inférieurs, mais ceux-ci n'ont point d'influence sur les premiers (a); il s'en affuroit en remarquant que la sphere, qui emporte tous les jours les étoiles, agit sur Saturne & sur toutes les autres planetes, puisqu'elles sont elles-mêmes emportées tous les jours de l'orient vers le couchant. Mais le mouvement de la sphere des fixes, celui qu'ils appeloient le premier mobile, est constant & uniforme, s'exerce dans un seul sens, & comme un mouvement qui n'est troublé par aucun autre.

Fracastor ayant rejeté absolument les ames qu'on avoit accordées aux astres, ainsi que les causes intérieures du mouvement, pense qu'un orbe est mu par un orbe, comme un corps par un autre corps. Ce sentiment, dit-il, a cependant ses difficultés; car il est douteux si ces orbes opposent quelque résistance ou non. Il semble que les planetes étant portées par leur mouvement propre & naturel vers l'orient, elles doivent résister à celui du premier mobile, qui les entraîne vers l'occident. On répondoit que ces deux mouvemens ne se nuisoient pas, parce qu'ils agissoient obliquement, l'un dans le sens du zodiaque, l'autre dans celui de l'équateur. Il faut louer Fracastor de n'avoir pas été content de cette réponse, il faut le louer plus encore des vues que son génie lui a suggérées. Il nous paroît avoir eu la première idée de la décomposition du mouvement, qui est un grand trait de lumière jeté sur la physique céleste. Il fit voir que tout mouvement oblique, & pour fixer les idées, un mouvement sur l'équateur, tel que celui de la révolution diurne des planetes, oblique à l'écliptique, s'accomplit partie en longitude, partie en latitude (b). Le mouvement

(a) Fracastor, sect. I, c. 6, p. 17.

(b) Si un corps se meut le long de AC, (fig. 10), on peut décomposer ce mouve-

ment en deux autres, suivant AD & AB.

Par le premier, le corps s'éleveroit de tout l'espace compris entre AB & DC; par le

en latitude est indépendant, mais la partie qui s'exerce en longitude, est opposée au mouvement propre de la planète. Ces deux mouvemens peuvent donc se faire mutuellement résistance. Fracastor le démontre par les corps pesans qui tendent à tomber, & qui résistent quoiqu'on les tire obliquement, & dans une direction différente de la verticale, qui est celle de leur chute (a). Mais si Fracastor avoit assez de sagacité pour bien voir les difficultés, le tems n'étoit pas venu de les résoudre. Nous supprimons ses explications qui lui feroient peu d'honneur, en causant beaucoup d'ennui à nos lecteurs. Les difficultés appartiennent plus à notre ouvrage que les réponses; car les réponses meurent, & les difficultés ont une vertu féconde. Ce sont elles qui le plus souvent ont produit les découvertes.

§. XXXI.

LES mouvemens obliques peuvent donc se nuire; il faut qu'ils soient perpendiculaires pour n'avoir aucune influence l'un sur l'autre. En conséquence Fracastor établit que les mouvemens de ces sphères se font dans des directions, qui se coupent à angles droits. Il est difficile de comprendre comment ces mouvemens se combinoient sans jamais se nuire, comment le mouvement se communiquoit de sphère en sphère, comment la planète obéissoit à toutes ces impulsions simultanées. Tout cela est laborieusement & confusément expliqué. Le faux est

second, il s'avanceroit de tout l'intervalle entre AD & BC. Il est évident que le mouvement suivant AC fait à lui seul ce que font les deux autres; il a donc un effet équivalent. Ainsi, au lieu du mouvement suivant AC, on peut toujours substituer les mouvemens suivant AB & BC. Cela s'appelle décomposition. De même aux deux

mouvemens suivant ces deux lignes on peut substituer le seul mouvement suivant la diagonale AC, ce qui s'appelle composition. Le raisonnement & l'expérience concourent pour démontrer ce théorème, qui est fondamental & du plus grand usage dans la mécanique & dans l'astronomie physique.

(a) Fracastor, sect. I, c. 8, p. 21.

toujours

toujours environné d'un jour sombre, dont on n'a point d'intérêt de le tirer : il seroit reconnu s'il se montroit à découvert. Nous laissons ce mécanisme inintelligible pour faire mention d'une idée plus heureuse. Fracastor remarqua que de la combinaison du mouvement propre des planetes avec leur mouvement diurne, de la combinaison du mouvement des étoiles en longitude avec ce même mouvement diurne, il s'ensuivoit que ces astres décrivoient des spirales (a). Les planetes, qui, dans l'intervalle d'un jour ont un mouvement propre, ne peuvent être ramenées par la révolution diurne, au point d'où elles sont parties. Le soleil, par exemple, montant au printems vers le tropique d'été, décrit chaque jour à-peu-près un parallèle à l'équateur ; mais la révolution diurne finit à un point plus élevé que celui où elle a commencé. En vertu de ces deux mouvemens, annuel & diurne, il s'avance par des especes de spirales, semblables aux pas d'une vis, ou aux circonvolutions d'un ressort à boudin.

§. XXXII.

COMME Fracastor vouloit établir ses homocentriques, c'est-à-dire, comme il vouloit prouver que les planetes se mouvoient dans des cercles concentriques au monde & à la terre, il y avoit une difficulté qui l'embarrassoit beaucoup, c'est que les planetes paroissent tantôt plus grandes & plus près, tantôt plus petites & plus loin. Un mouvement dans un cercle unique n'admettoit aucune des variétés expliquées jusqu'ici par les épicycles & les excentriques. Les planetes devoient être toujours à la même distance, & paroître toujours égales. En conséquence Fracastor ne regardoit cet effet, ces variations que

(a) Fracastor, sect. II, c. 1, p. 45.

comme des apparences qu'il attribue à la réfraction du milieu. Il semble s'être fondé sur le principe de Possidonius, que les images des choses sont aggrandies en passant par un milieu plus épais (a); il pense que le ciel est un milieu comme l'air & l'eau, mais composé de parties différemment denses. Il en est qui sont tout-à-fait opaques, comme les globes des astres, où la lumière est repoussée & réfléchie; d'autres moins denses, laissent passer la lumière, mais en la réfractant: d'autres enfin très-rares & très-subtils, où la lumière passe librement, & où les images ne sont point altérées. C'est dans ces parties que les astres paroissent de leur grandeur réelle. Lorsque le milieu est plus épais, ces astres paroissent plus grands, & quoiqu'à la même distance, ils semblent plus rapprochés. C'est encore par cette raison qu'il explique la grandeur des astres à l'horizon, où leurs rayons trouvent une atmosphère chargée de vapeurs; & cette grandeur diminue au zénith, où réside un air plus pur (b).

Les éclipses totales de lune, qui sont tantôt plus grandes, tantôt moins longues, offroient une autre difficulté; il la résout par le même principe. L'image aggrandie du soleil rend le cône d'ombre de la terre plus large & plus court; lorsque cette image est plus petite, le cône est plus étroit & plus long. La lune est donc plus ou moins de tems à le traverser, & c'est la cause, de la durée inégale des éclipses (c).

§. XXXIII.

Il y a dans cette explication une chose tout-à-fait remarquable. On connoissoit depuis deux siècles les lunettes, ou

(a) *Suprà*, p. 120.

(b) *Fracastor*, sect. II, c. 8, p. 61.

(c) *Fracastor*, section III, chap. 22, pag. 209.

besicles, qui servent à soulager les vues affoiblies. Lorsque Fracastor veut prouver que la densité d'un milieu transparent aggrandit les objets qui sont vus à travers, il observe que cet aggrandissement est proportionné à l'épaisseur du milieu. Entre des objets semblables, vus dans l'eau, ceux du fond semblent plus grands que ceux qui sont à la surface; Fracastor ajoute que si l'on pose deux verres de lunettes l'un sur l'autre, on verra les objets plus grossis que par un seul (a). Ici Fracastor touchoit presque à la théorie des télescopes; il n'avoit qu'à éloigner les deux verres: mais un siècle devoit s'écouler encore avant cette invention. A quoi a-t-il tenu que cette idée ne se soit présentée à lui? C'est ce qu'on ne peut dire; le pas semble facile à faire, mais il n'a pas dépendu du hasard: le hasard ne fait rien dans ce monde. Les idées, que nous concevons tout-à-coup, on ne sait pourquoi, & comme par inspiration, sont amenées par une certaine maturité; les autres, celles mêmes qui sont le plus près, attendent leur saison, comme des germes, semés ensemble dans la même terre, ne se développent que successivement & par différentes influences.

Fracastor est encore le premier des modernes, qui ait admis la diminution constante de l'obliquité de l'écliptique: il fit voir qu'elle avoit toujours diminué depuis Ptolémée; & s'appuyant sur la tradition des Egyptiens, qu'on avoit vu jadis l'écliptique perpendiculaire à l'équateur, il annonça que ces deux cercles se confondroient un jour dans un même plan. Le P. Riccioli appelle cela des extravagances (b); mais tout ce qu'un bon observateur pouvoit faire alors, c'étoit de remarquer le phénomène de la diminution; le tems n'étoit pas venu de savoir qu'elle appartient à un mouvement oscillatoire.

(a) Fracastor, section II, chapitre 8, pag. 63.

(b) *Ibid.* sect. III, c. 1, p. 129.
Riccioli, *Almag.* Tome I, p. 152.

La tradition des Egyptiens , & l'annonce de Fracastor étoient également fausses sans doute ; mais Riccioli , venu cent ans plus tard , n'ouvrit point les yeux sur la diminution sensible de cette obliquité , & Fracastor voyoit plus juste que le pere qui se mocque de lui.

Nous nous sommes un peu étendus sur cet astronôme , qui eut quelques pensées philosophiques dans un tems où elles étoient rares. L'esprit humain jouit aujourd'hui d'une masse considérable d'idées , choisies & amassées pendant des siècles ; la multitude des hommes a disparu sans rien apporter à ce dépôt ; ceux qui ont eu le bonheur d'y laisser quelque chose , doivent avoir part à la gloire & à la reconnoissance. Quand Fracastor n'auroit apperçu que la décomposition du mouvement , il mériteroit la mention que nous en avons faite ; il mériteroit sur-tout qu'on oubliât son système insuffisant & absurde. Nous avons exposé dans ce livre ce que l'astronomie naissante en Europe doit aux talens des trois astronômes célèbres , Purbach , Regiomontanus & Waltherus ; nous allons décrire une grande révolution , & montrer ce que la science dût à l'esprit systématique éclairé par le génie.





HISTOIRE

DE

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE NEUVIEME.

De l'Astronomie d'Europe depuis Copernic jusqu'à Tycho.

§. PREMIER.

Ce n'est pas assez de recueillir des faits, il faut les présenter suivant l'ordre de la nature ; mais cet ordre, qui le dévoilera, lorsque la nature est si profondément cachée ? Hommes foibles, revêtus de sens bornés, séduits & trompés par ces guides infidèles, nous ne voyons que des apparences, les réalités nous échappent. La vérité se couvre de voiles pour se soustraire aux regards de la multitude ; elle ne se laisse voir qu'à quelques hommes distingués, amans obstinés, qui la suivent à la lueur du flambeau du génie, aussi brûlant & plus durable que celui de l'amour.

N'espérons pas de jamais rien connaître dans les sciences de la nature sans les systèmes. La marche invariable de la démonstration n'appartient qu'aux sciences exactes, sa rigueur fait leur existence; sans elles les inventions ne seroient que des fables, les hommes raconteroient leurs songes: la méthode seule forme une chaîne continue & serrée, où tout découle d'une première vérité. Mais dans les sciences physiques, les vérités premières sont ignorées. Dans ces recherches, dans ces études différentes, la marche doit-elle être la même? Imaginons deux ou trois avenues, qui partent d'un point commun: ces avenues se subdivisent en plusieurs branches, les rameaux se multiplient, il s'établit des communications entre les rameaux, & le labyrinthe se termine par une infinité d'issues. Ceux qui partent du terme où toutes les routes aboutissent, (ce sont les inventeurs des sciences exactes & abstraites), doivent marcher avec prudence, & ne s'avancer qu'avec précaution; il faut que dans ce labyrinthe ils aient toujours le fil d'Ariane, qui est celui de la démonstration. Ceux au contraire, qui entrent par les dernières issues, errent long-tems dans les rameaux multipliés, & loin de s'avancer vers le terme où ils tendent, ils reviennent sur leurs premiers pas par les communications. Le découragement doit naître à la place de la patience épuisée. Des hommes plus courageux, instruits de l'art de la divination & des conjectures, (ce sont les auteurs des systèmes), se proposent pour servir de guides. Nous avons remarqué, disent-ils, que l'enchaînement de ces rameaux suit une certaine loi; dans le nombre de leurs directions, il en est qui sont plus constantes: voici le plan que nous avons tracé. La partie de ce plan, déjà parcourue & connue, donne de la confiance pour le reste: on le suit, on avance en effet, mais au bout d'un tems le plan même égare, & on ne fait plus de

progrès jusqu'au moment où de nouvelles conjectures permettent de former un nouveau plan. Les plans se succèdent, les systèmes se perfectionnent, & l'on arrive enfin au dernier plan, qui est celui du labyrinthe, ou au dernier système, qui est le véritable ordre de la nature.

Les systèmes sont utiles ; nous disons plus, ils sont nécessaires. Les vérités qui ne sont pas classées sont mal connues ; ce sont des personnages illustres dont nous devons dire l'origine, la famille & la parenté : en leur créant des généalogies & des alliances, nous soulageons la mémoire. Sans un ordre quelconque, l'homme se perdrait dans la foule des faits ; son intelligence succomberoit sous la masse de ses connoissances. D'ailleurs cette réduction est conforme à l'économie physique de l'univers. Les hommes, soit par raison ou par instinct, ont toujours senti qu'en faisant dépendre plusieurs vérités d'une seule, ils se rapprochoient de la nature, qui, avec un petit nombre de moyens produit la variété infinie des choses.

§. I I.

Qu'on ne se plaigne donc pas des systèmes, ils ont rendu les plus grands services à l'esprit humain. La seule loi qu'on leur impose est d'être vraisemblables, aussi bien que nécessaires à l'explication des faits observés. Ceux qui sont faux sont encore utiles. Si Ptolémée n'eût pas proposé le sien, les modernes n'eussent pas manqué de l'inventer ; c'étoit une erreur indispensable placée sur le chemin de la vérité ; on ne voit d'abord que par les sens, on juge par eux de ce qui est physique, & l'esprit ne parvient à connoître ce qui est vraiment de la nature, qu'après avoir été long-tems trompé. Le regne des illusions doit passer, mais il ne peut être détruit qu'après avoir existé ; nos ancêtres nous ont donc servi, en les épuisant. Sans

les systêmes on n'atteindroit aucune vérité générale ; ces vérités ne se montrent que sous l'apparence de systême. Il n'y auroit point de progrès, ce n'est que par un systême qu'on parvient à lier une vérité à une autre. Si le systême de Ptolémée avoit toujours subsisté, si Copernic n'eût pas établi un nouvel ordre dans les distances & dans les révolutions des planetes, Kepler, dans le chaos des épicycles & des déferens, n'eût pas démêlé les deux belles loix qu'il nous a laissées : & sans ces loix, qui n'étoient elles-mêmes que des suppositions, avant la découverte des satellites de Jupiter & de Saturne, Newton n'eût pas eu de fondemens pour poser son grand édifice. Ces entreprises hardies sont l'ouvrage du génie. S'il appartient à tous les hommes de blâmer les systêmes, il n'appartient qu'à un petit nombre d'hommes de les imaginer. Ceux qui les jugent sont assis dans un horizon borné ; ceux qui les conçoivent sont placés à une certaine élévation, d'où ils jettent autour d'eux un regard étendu. C'est de là, & de ces sommets, que Ptolémée, Copernic, Kepler, Newton se regardent, & qu'en comptant les siècles qu'ils partagent dans leur gloire, ils ont droit de nous dire : cet univers imposant & auguste a été approfondi, deviné par nos pensées ; l'Être suprême, en le produisant, l'a vu d'un seul coup d'œil ; nous, en qualité d'êtres subordonnés, nous ne l'avons apperçu que successivement & par parties : mais nous avons vu le dessein de Dieu dans son entier, & nous l'avons livré à l'admiration des hommes. Ces découvertes éternelles sont cependant le produit des systêmes.

§. III.

Si jamais on a proposé un systême hardi, c'est celui de Copernic : il falloit contredire tous les hommes, qui ne jugent que par les sens ; il falloit leur persuader que ce qu'ils voyent n'existe

n'existe pas. Envain depuis leur naissance, où le jour a frappé leurs regards, ils ont vu le soleil s'avancer majestueusement de l'orient vers l'occident, & traverser le ciel entier dans sa course lumineuse; envain les étoiles, libres de briller dans son absence, s'avancent sur ses pas & font le même chemin pendant la nuit; envain le soleil paroît chaque jour, & dans le cours de l'année, s'éloigner des étoiles, qui se dégagent successivement de ses rayons: soleil, étoiles, tout est immobile; il n'est de mouvement que dans la lourde masse que nous habitons. Il faut oublier le mouvement que nous voyons, pour croire à celui que nous ne sentons pas. C'est un homme seul qui ose le proposer, & tout cela pour substituer une certaine vraisemblance de l'esprit, sentie par un petit nombre de philosophes, à celle des sens qui entraîne la multitude. Ce n'est pas tout: il falloit détruire un système reçu, approuvé dans les trois parties du monde, & renverser le trône de Ptolémée, qui avoit reçu les hommages de quatorze siècles. Sans doute les difficultés produisent le courage; sans doute les entreprises hardies ont des succès proportionnés. Un esprit séditieux donne le signal, & la révolution s'opère. Copernic avoit aperçu la vraisemblance du système, il osa secouer le joug de l'autorité, & il débarrassa l'humanité d'un long préjugé qui avoit retardé tous les progrès.

§. I V.

NICOLAS COPERNIC, le restaurateur de l'astronomie physique, & l'auteur du vrai système du monde, naquit à Thorn, ville de la Prusse royale, le 19 Février 1473 (a). Il étoit neveu par sa mère, de Wazelrod, évêque de Varmie. Il étudia

(a) Muller, Vie de Copernic.

les langues greque & latine dans la maison paternelle. Il fut envoyé ensuite à Cracovie pour s'instruire de la philosophie & de la médecine ; il y reçut le bonnet de docteur. Cependant il avoit aimé les mathématiques dès sa plus grande jeunesse ; & il écoutoit plus volontiers le professeur de ces sciences que le professeur de médecine ; il apprit l'usage & les principes de l'astrolabe. Regiomontanus mourant avoit transféré à Copernic, encore enfant, le flambeau de l'astronomie qu'il avoit reçu de Purbach. Frappé de la réputation que Regiomontanus avoit laissée, le jeune homme s'enflamma du desir de l'égaliser ; parti pour l'Italie à l'âge de vingt-trois ans, il s'arrêta à Bologne pour entendre Dominique Maria, qui y professoit l'astronomie avec une grande réputation ; il l'aïda dans ses observations. Venu à Rome, il y enseigna les mathématiques avec succès ; retourné dans sa patrie, il fut pourvu d'un canonicat par son oncle, & se trouva libre dans son habitation de Fruenberg, de se livrer à l'étude du ciel (a).

§. V.

COPERNIC dans ce repos, dans une solitude où il y a toujours moins de préjugés, où la raison a plus d'empire, médita sur les connoissances acquises avant lui. Il fonda toutes les hypothèses ; celle des homocentriques, ou des corps qui circulent uniformément dans des cercles autour de la terre, leur centre commun, ne pouvoit satisfaire aux phénomènes ; celle des épicycles & des excentriques d'Hypparque & de Ptolémée n'avoit qu'une complication insuffisante. Révolté par cet attirail, choqué de voir que pour conserver l'uniformité, on établit le mouvement autour d'un centre imaginaire ; affligé sur-tout

(a) Weidler., p. 352.

que la philosophie connût si mal le monde & fût si peu d'honneur à son immortel auteur, en lui prêtant un mécanisme indigne de son intelligence suprême, il chercha des secours dans l'antiquité. Les opinions de Martianus Capella, & celles qu'on attribue à Apollonius de Perge, le satisfirent davantage. Le premier plaçoit, d'après les anciens Egyptiens (a), le Soleil entre la Lune & Mars, & faisoit tourner autour de lui Vénus & Mercure. Le second faisoit plus, dit-on (b), il y faisoit tourner aussi Mars, Jupiter & Saturne; & le Soleil, accompagné de toutes ces planetes, marchoit autour de la Terre comme la Lune. Nous n'avons lu nulle part dans les anciens qu'Apollonius de Perge ait eu cette idée, & eût prévenu Tycho dans son système; aussi ne garantissons-nous pas le fait.

Copernic sentit que ces systèmes avoient un grand avantage, c'étoit celui d'expliquer les stations & les rétrogradations des planetes. Mais né avec un esprit très-juste, il n'approuvoit pas que le soleil fût le centre de tous les mouvemens sans être le centre du monde; que cet astre tournât autour de la terre, non seulement dans une année, mais dans un jour, entraînant avec lui toutes les planetes. Il n'y a point d'arrangement si révoltant que celui-là, & c'est bien une preuve de l'inconséquence de l'esprit humain, de l'envie de produire des idées nouvelles, que Tycho ait osé le proposer après celui de Copernic.

Copernic se rappela dans ses méditations que Pythagore avoit retiré la terre du centre du monde, pour y placer une plus digne substance, c'est-à-dire, le feu ou le soleil; il trouva dans Cicéron que Nicetas de Syracuse avoit fait mouvoir la

(a) *Infra*, Eclaircis. Liv. IV, §. 47.

(b) Gassendi, *in vita Copernici*, Tom. V.

terre autour de son axe, pour expliquer le phénomène du lever & du coucher des astres. D'autres passages de Plutarque mon-
troient que ces opinions avoient été celles de plusieurs philoso-
phes (a). Copernic conçut le projet de former un système plus
vraisemblable que celui de Ptolémée, en réunissant ces pensées
profondes, mais long-tems rejetées.

§. V. I.

LES préjugés tenoient encore dans les bonnes têtes, même
dans celles qui cherchoient à s'en débarrasser; celui des anciens
sur la forme sphérique occupoit Copernic. Il commence son
grand ouvrage des révolutions célestes par établir que la figure
du monde est sphérique : c'est, dit-il, la plus parfaite, celle
qui comprend le plus de choses dans un espace donné, & en
même tems celle qui est la plus propre à se conserver. Cette
forme est celle de presque toutes les parties figurées de la ma-
tière; c'est celle du soleil, de la lune, de tous les astres : les
gouttes d'eau la prennent naturellement lorsqu'elles parviennent
à l'équilibre; cette forme doit être celle de l'assemblage des
parties, c'est-à-dire, du monde (b).

Copernic pose pour principe celui qui fut le plus cher à
l'antiquité. Une sphere, dit-il, se meut circulairement; elle
exprime sa forme par son mouvement même. Ce mouvement
n'a ni commencement, ni fin que l'on puisse distinguer, &
il revient sans cesse sur soi par des révolutions successives.
Copernic observe que les inégalités des mouvemens ont des
retours réglés; ce qui ne pourroit arriver, selon lui, si les
mouvemens n'étoient pas circulaires. Ces retours exigeoient

(a) *Astronomia instaurata, sive de revolutionibus orbium coelestium, Epist. ad Paul. III.*

(b) *Astronom instaur., sive de revol. orb. coelest. p. 1.*

fans doute une courbe fermée, où le mouvement pût revenir sur lui-même, & repasser périodiquement par les mêmes circonstances. Mais pourquoi les anciens n'avoient-ils que le cercle devant les yeux? Copernic conclut que ces mouvemens doivent être uniformes, puisqu'on ne peut concevoir aucune cause d'inégalité, soit étrangere, soit inhérente à ces corps si bien ordonnés & si bien réglés. D'où il suit que ces inégalités doivent venir, ou du mouvement dans plusieurs cercles, ou de ce que la terre n'est pas au centre du mouvement (a).

§. VII.

C'EST ainsi que Copernic s'avançoit par des raisonnemens sages, assez bien liés, assez philosophiques, à cela près de quelques taches de la rouille des préjugés. Il remarque que quand on apperçoit des corps se mouvoir, les apparences sont les mêmes, soit que l'objet regardé se meuve, soit que ce soit le spectateur lui-même qui soit en mouvement. Il s'ensuit donc que si la terre change de place, nous attribuerons ce changement aux objets célestes. Or on observe un mouvement, qui, chaque jour, emporte tous les astres; excepté la terre, d'orient en occident. Si vous transportez ce mouvement en sens contraire à la terre elle-même, si vous établissez qu'elle se meut tous les jours d'occident en orient, vous verrez que les apparences sont telles qu'elles doivent être en conséquence de cette hypothèse. Le ciel est le lieu commun de tous ces astres; il est plus naturel d'en faire mouvoir un que dix mille; il est plus simple de supposer la terre en mouvement & le ciel en repos. Voilà l'opinion de Nicetas; le soleil, la lune, les étoiles, tous les astres paroissent se lever à l'orient, & venir

(a) *Astron. insaur. sive de revol. orb. cal.* p. 6.

se coucher à l'occident. *La terre, par son mouvement rapide autour de son axe, produit les mêmes apparences, qui auroient lieu, si la terre étant en repos, le ciel lui-même étoit en mouvement* (a). En rappelant ici ce passage de Cicéron, où s'est conservée l'opinion de Nicetas, nous n'avons point intention de faire tort à Copernic, mais nous imitons ce grand homme, qui n'a point dissimulé ce qu'il devoit aux anciens; il cite lui-même les pensées qui l'ont guidé; il indique la route qu'il a suivie (b).

§. VIII.

COPERNIC raisonnoit sur la gravité, qui devoit immortaliser Newton, il la définissoit assez bien : *un certain desir naturel, donné par l'Être suprême à toutes les parties de la matière, au moyen duquel elles tendent à s'unir sous une forme complète & unique, & à se former en globe*. La rondeur du soleil & de la lune enseigne que cette force existe en eux. Les anciens, qui voyoient tous les corps graves tendre au centre de la terre, pensoient que cette tendance indiquoit le centre du monde. Si la gravité, si la pesanteur existe dans tous les corps célestes, il n'y a plus de raison pour préférer la terre : elle paroît être le centre de tous les mouvemens; mais transportez-vous par la pensée dans tous ces corps, dans le soleil lui-même, vous croirez encore être au centre de tous les mouvemens. Ce n'est donc pas cette raison qui doit décider, c'est la simplicité des causes (c). Cette réflexion, qui appartient uniquement à Copernic, doit lui faire beaucoup d'honneur. Copernic fait voir ensuite que la grandeur de la terre n'est rien en comparaison de celle de l'univers. Tous les grands

(a) Cicéron, *Quæst. acad. Lib. IV*, §. 39.
Histoire de l'Astron. anc. p. 221.

(b) Copernic, *Epist. ad Paul III.*

(c) Copernic, *de revol.* p. 15.

cercles du ciel se partagent en deux parties égales , à l'égard d'un œil placé au centre ; pour peu que cet œil s'en écarte sensiblement , le partage ne sera plus égal. Or , comme nous voyons toujours sur l'horizon la moitié des cercles du ciel , il s'ensuit que même sur la surface de la terre , nous les voyons comme si nous étions au centre ; nous n'en sommes donc pas sensiblement éloignés , & la grandeur du rayon de la terre , quoique de 1500 lieues , est infiniment petite & tout-à-fait insensible , relativement à la distance des cercles célestes (a). Qu'on n'aille point en conclure que la terre est au centre du monde , car il ne s'agit ici que d'apparences ; tous ces cercles sont fictifs , leur grandeur est réglée par la distance des astres. Du centre de chaque planète , on en peut imaginer de pareils , pour établir , par de semblables raisons , que l'étendue de leurs globes n'est rien en comparaison des espaces de l'univers. Chaque œil a sa sphère , dont il est le centre ; le véritable centre du monde ne peut être que celui des mouvemens.

§. I X.

Si l'on en croit Muller (b) , Copernic pensoit que la lumière des étoiles vient du soleil , & il s'en étonne , attendu la prodigieuse distance , qui les sépare dans l'hypothèse de cet astronôme. En effet les étoiles n'auroient pas tant d'éclat , si à cette distance , elles brilloient d'une lumière réfléchie. Mais Muller a tort de s'étonner , Copernic ne nous paroît point avoir eu cette opinion absurde ; il représente le soleil au centre de toutes les planètes , comme un père au milieu de sa famille : il dit qu'il illumine tout , mais cela doit s'entendre de toutes les planètes (c). Au reste , si Copernic avoit conservé cette

(a) Copernic , *de revolutionibus orbium caelestium* , p. 9.

(b) Muller , notes sur Copernic in rev. p. 22.

(c) Copernic , p. 22.

erreur que nous avons trouvée chez les Arabes (a), il s'est enveloppé dans des expressions trop générales pour décider la question ; elles permettent le doute, & en mesurant ses opinions par son génie, on le lavera de ce soupçon. Toutes ces réflexions, toutes ces idées sont les pas de la science. Copernic y avoit introduit plus de philosophie qu'on n'avoit fait depuis Hypparque. La chaîne de ses raisonnemens le conduisoit à l'ordre de son système. Il établit le ciel des étoiles absolument immobile. Ensuite l'orbe de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre, entraînant la Lune qui tourne autour d'elle, de Vénus, de Mercure ; enfin le Soleil immobile au centre. Si vous ajoutez à cette disposition le mouvement de la Terre sur son axe en 24 heures, vous aurez l'explication de tous les phénomènes. C'est le système de Copernic.

Toutes les planetes sont affectées de l'apparence du mouvement annuel de la terre autour du soleil ; il est singulier que les étoiles soient réellement fixes à nos yeux, & ne participent en rien à ce mouvement. Il semble qu'en nous transportant d'une extrémité de l'orbe à l'autre, ces objets fixes devroient, en vertu de cette translation, nous paroître changer de place. La prodigieuse distance des étoiles, dit Copernic, est la réponse à cette objection. Pour un œil placé dans une étoile, la grandeur de notre orbe seroit absolument nulle, ne paroîtroit qu'un point ; & quant à nous, qui marchons autour du soleil, l'apparence de cette orbe dessinée dans le ciel s'évanouit & échappe par sa petitesse à notre vue. Ce langage est celui de Copernic même (b) ; son système n'étoit pas nouveau, relativement aux deux mouvemens de la terre, mais il présente ses idées avec une assurance, qui est la confiance du génie ; il

(a) *Suprà*, p. 225.

(b) Copernic, p. 22.

les conçoit avec une force de tête qui marque qu'elles lui étoient propres. Si elles n'eussent point paru avant lui sur la terre, il les auroit inventées; elles prennent entre ses mains un caractère original.

S. X.

QUOIQ'AUJOURD'HUI le système de Copernic n'ait plus d'adversaires, il convient cependant que nous rapportions ici les raisons qui ont engagé à l'admettre, & celles qui en ont fait une vérité fondamentale de l'astronomie. On n'attend pas que nous en donnions des preuves directes & sensibles. Il est des choses dans la nature que nous ne verrons jamais des yeux du corps, & nous ne devons pas le regretter, lorsque sur la terre même, qui est notre empire, où nous pouvons atteindre les choses pour les toucher, nous reconnoissons que ces yeux nous trompent sans cesse sur la grandeur, la distance & le mouvement des objets. Le raisonnement, fondé sur l'analogie & la vraisemblance, est presque toujours plus sûr que le témoignage de ce sens.

Nous examinerons d'abord le mouvement diurne. Si la terre est en repos, si le ciel se meut autour d'elle en 24 heures, voilà donc une multitude d'étoiles obligées de se mouvoir; il faut qu'elles conservent entr'elles les mêmes espaces & les mêmes distancés, & malgré ce mouvement répété tous les jours, rien n'est sensiblement changé dans leurs configurations depuis l'existence du monde. L'imagination est effrayée de la rapidité qu'il faut supposer à ce mouvement (a). Quelle que soit la distance

(a) La distance du Soleil à la terre est de 22918 demi-diamètres de notre globe, la distance de Saturne en contient par conséquent 218431. Les étoiles doivent être au-delà de l'orbe de Saturne, cela ne peut

être contesté; mais en supposant qu'elles ne soient pas sensiblement plus éloignées, leur sphère a au moins un rayon de 218431 demi-diamètres terrestres. Si on calcule la circonférence qui convient à ce rayon,

des étoiles, elle ne peut être que très-grande ; une sphere de ce rayon se mouvroit avec une vitesse au moins de 23000 lieues par seconde, tandis que le globe de la terre accompliroit les mêmes apparences, en se mouvant sur lui-même avec une vitesse de 238 toises par seconde, c'est-à-dire, avec une vitesse seulement plus que double de la vitesse d'un boulet de canon. Les anciens étoient embarrassés de concevoir tant de vitesse, & tant d'ordre en même tems, dans la marche des étoiles ; c'est pourquoi ils les avoient attachées sur une sphere de cristal, qui les emportoit toutes à la fois, sans altérer leurs distances réciproques. Cependant comment ce mouvement étoit-il transmis aux planetes, qui sont placées au-dessous des étoiles, à diverses distances, & qui chacune ont un mouvement propre, différent, & contraire au mouvement diurne ? Ces planetes avoient chacune leur sphere solide, mais si ces différentes spheres étoient attachées par des liens quelconques à la sphere des étoiles, comment les planetes avoient-elles un mouvement contraire ? Et si toutes ces spheres n'étoient point liées, ne tenoient point ensemble, comment le mouvement diurne & universel leur étoit-il transmis ? D'ailleurs les cometes ont brisé ces cieux de verre, elles les traversent en tous sens ; & lorsqu'elles paroissent, soit qu'on les suppose ou créées pour un tems, ou créées pour l'éternité, elles ne manquent pas de céder à ce mouvement général, & d'accomplir leur révolution diurne autour de la terre. C'est pour obvier à ces difficultés, que les Orientaux avoient donné à chaque planete une intelligence pour la conduire ; & il en falloit

on trouvera que si les étoiles se meuvent autour de la terre, c'est avec une vitesse de 12 à 23 mille lieues par seconde, vitesse énorme ! Au lieu que si la terre se meut

sur elle-même, les points de son équateur ne parcourent que 9000 lieues en vingt-quatre heures, & 238 toises ou environ par seconde.

beaucoup en effet pour la mener avec tant de constance & de régularité, en exécutant des mouvemens contraires. Ce n'est pas sans raison que les anciens disoient *la milice celeste* ; jamais armée ne s'est moins écartée de ses rangs, & n'a marché avec plus de discipline. Toutes ces absurdités n'ont d'autre objet que de laisser un grain de sable en repos dans un coin de l'univers. On les épargne toutes, en faisant mouvoir tous les jours ce grain de sable sur lui-même. Il est bon d'observer que ceux qui seroient tentés de nier ce mouvement, ne peuvent point prouver qu'il n'existe pas ; les apparences sont absolument les mêmes, soit que le ciel se meuve autour de notre globe, soit que notre globe se meuve sur lui-même. Le choix est donc au moins libre entre ces deux suppositions ; & ce choix n'est plus libre lorsqu'il doit avoir lieu entre des causes absurdes, même impossibles, & une cause simple & vraisemblable.

§. XI.

DANS le siècle de l'école & de la dispute, on imagine bien que les objections, les argumens furent entassés contre cette idée de Copernic. Riccioli a réuni 77 argumens contre lui, tandis qu'il n'en a pu trouver que 49 en sa faveur (a). Il n'y a qu'à compter, il est clair que le système ne peut être admis. Mais tous ces argumens se réduisent à un seul (b), qui fut jadis proposé par Ptolémée (c) ; c'est que si la terre avoit un mouvement sur son axe, tous les corps qui ne font point masse avec elle, qui ne sont point attachés à sa surface, devroient avoir un mouvement contraire au sien, & dans le même sens que celui des étoiles : les corps lancés de bas en haut, tandis

(a) Riccioli, *Almag.* Tome II, *Lib. IX.*
 (b) M. de la Lande, *Astron. art.* 1074.

(c) Ptolémée *Almagest. Libro primo.*
cap. 7.

que la terre tourne & s'éloigne , ne devroient pas , à l'instant de leur chute , retrouver le point d'où ils sont partis ; & , comme dit un poëte (a) , la tourterelle n'oseroit quitter son nid & s'élever dans les airs , dans la crainte de ne plus revoir ses petits. Une réponse très-simple détruit cette difficulté. Tous les corps , qui reposent sur la surface de la terre , participent à son mouvement ; ils n'ont pas besoin d'être attachés pour la suivre , ils conservent ce mouvement , même lorsqu'on leur en imprime un autre dans une direction quelconque. Les corps lancés en haut , soit lorsqu'ils s'élèvent , soit dans le tems de leur chute , tournent encore avec la terre , & il n'y a point de raison pour qu'ils ne retombent pas au point d'où ils sont partis. L'oiseau , qui s'élève perpendiculairement , retombe malgré le mouvement du globe , par la même ligne à plomb sur son nid. Le plus grand adversaire de ce système est l'homme lui-même , les sens le dominant malgré lui ; il ne peut se résoudre à nier un mouvement qu'il voit de ses yeux , pour croire un mouvement qu'il ne sent pas. Tout est en repos dans sa demeure , dans les champs qui l'entourent ; il s'endort après le travail du jour ; & lorsqu'il se réveille avec l'aurore , il retrouve les mêmes relations qu'il avoit avant le sommeil , rien n'a changé de place autour de lui. Comment se persuadera-t-il qu'il a parcouru 2 à 3000 lieues dans l'espace ? Ce système n'étoit donc pas fait pour les hommes vulgaires , qui ne sont que sensibles ; mais ce qu'il y eut de plus extraordinaire , c'est que ce système fut combattu par des savans. Cependant peu à peu les esprits s'éclairèrent , les difficultés du système opposé frappèrent davantage ; on sentit qu'on pouvoit tourner avec la terre sans s'en douter , comme

(a) Buchanan , *Spher. Lib. I.*

dans un grand vaisseau on fait route sur la mer sans s'en appercevoir : lorsque dans le siècle suivant on découvrit le mouvement du Soleil & de Jupiter sur leur axe, aussi singulier & de la même nature que le mouvement de la Terre sur le sien, on eut une preuve victorieuse ; & l'analogie, prêtant son secours à la vraisemblance, plaça cette hypothèse au rang des vérités physiques.

§. XII.

LA rotation de la terre une fois prouvée & admise, son mouvement annuel autour du soleil souffre moins de difficultés. La plus grande étoit le préjugé que la masse énorme, qui porte tant d'empires, & sur laquelle les hommes sont si petits, ne pouvoit être ébranlée & mise en mouvement. Quoique ces deux mouvemens n'aient en apparence aucune liaison, & ne semblent point une suite l'un de l'autre, dès que le préjugé abattu a laissé faire le premier pas à l'esprit humain, le second devient plus facile. La complication du système de Ptolémée étoit une grande absurdité. Chaque corps céleste rouloit dans un cercle épicycle, dont le centre étoit mobile sur un autre cercle, & autour d'un centre qui étoit lui-même en mouvement. Nous avons vu que Purbach avoit rétabli les cieux solides pour rendre raison de la marche régulière des planetes, qui ont une route tracée dont elles ne s'écartent pas. Mais depuis que des observations plus exactes, des cometes, venues de différentes régions du monde, avoient détruit cette charpente grossière, il falloit bien laisser errer les planetes dans l'espace ; & on n'imaginoit pas quelle puissance pouvoit les forcer de se mouvoir, avec tant de constance, dans plusieurs cercles fictifs, autour d'un centre imaginaire ; il falloit dévorer l'absurdité de donner du mouvement à ce point sans

érendue & dépourvue de toute existence matérielle. Copernic ne se sentit pas ce courage, mais il eut celui de faire main-basse sur tout cet attirail. En adoptant le mouvement de la terre, tous les épicycles, imaginés pour en tenir lieu, disparurent; les stations & les rétrogradations des planètes, qui avoient tant embarrassé les anciens, s'expliquerent avec la plus grande facilité. L'orbe de la Terre est intérieur à l'orbe des trois grandes planètes, Saturne, Jupiter & Mars; l'explication est la même pour chacune de ces trois planètes.

Supposons (*fig. 11*) que Jupiter M & la Terre T soient vus du Soleil S, & en conjonction dans une même ligne droite; supposons que le mouvement commence à cet instant, la Terre, allant plus vite que Jupiter, le laissera derrière elle, & la planète paroîtra rétrograder; la Terre allant de T en *t*, Jupiter paroîtra aller de *a* en *b*. Mais vers la partie K de l'orbite de la Terre, où la courbure se trouve presque dans la direction du rayon visuel, mené de la Terre K à la planète M, ce mouvement rétrograde diminuera, la planète viendra à paroître stationnaire; & enfin lorsque le rayon visuel KM sera tangent à l'orbe de la Terre, le mouvement de notre globe, se faisant pendant quelques instans dans la direction de ce rayon, sera insensible à l'égard de la planète; elle n'aura d'autre mouvement que son mouvement propre qui est direct, & suivant l'ordre des signes de l'écliptique: ensuite l'effet du mouvement de la Terre s'ajoutera à ce mouvement, qui en sera accéléré. En effet soit la planète en N, qui se meut vers O, on voit que la Terre allant de R en X, la fera paroître aller de *d* en *e*, mouvement apparent qui s'ajoutera à son mouvement réel. Cet effet subsistera jusqu'à ce que le rayon visuel M *q* redevienne tangent à l'autre partie de l'orbe de la Terre en *q*; alors la planète redeviendra stationnaire, puis son mouvement, qui étoit direct, recommencera

à paroître rétrograde, & ces apparences se renouveleront à-peu-près tous les ans. Ces apparences ne sont pas fort différentes à l'égard des deux petites planetes Vénus & Mercure, dont les orbes sont intérieurs à l'orbite de la terre. Soit (*fig 12*) la Terre en *M* & vénus en *T*, vénus partant avec plus de vitesse, laissera la terre derrière elle. Elle étoit vue de la terre, d'abord en *a*, mais la terre s'étant avancée en *N*, & vénus en *t*, celle-ci sera vue en *b*, suivant la direction *N t*, & elle paroîtra avoir rétrogradé de *a* vers *b*; ce mouvement continuera jusqu'à ce que le rayon visuel *OK* devienne tangent à l'orbe de vénus : alors elle paroîtra d'abord stationnaire, puis son mouvement deviendra direct, jusqu'à ce que le rayon visuel redevenant tangent en *q*, la planete reparoisse rétrograde, après avoir été stationnaire.

§. XII I.

CETTE simplicité d'explication est la première & la plus grande preuve du mouvement de la terre autour du soleil. Les hommes sentent par instinct que la nature est simple; les stations & les rétrogradations des planetes offroient des apparences bizarres, le principe, qui les ramenoit à une marche simple & naturelle, ne pouvoit être qu'une vérité.

Sans anticiper sur les tems que nous devons parcourir, nous dirons que les découvertes modernes ont ajouté des preuves sans nombre à cette raison de vraisemblance. L'applatissement du globe, l'accourcissement du pendule, la vitesse de la lumière, le phénomène de l'aberration des étoiles sont autant d'effets des deux mouvemens de la terre. La théorie de l'attraction a achevé de démontrer la nécessité du mouvement annuel. Dès que cette force est la cause du mouvement dans l'univers, le soleil, dont la masse est considérablement plus

grande que celle de toutes les planetes réunies , doit rester inébranlable , & les faire toutes mouvoir autour de lui ; il ne doit pas avoir moins de prise sur la Terre , qui est petite & légère , que sur ces lourdes masses , qui font les globes de Jupiter & de Saturne. L'attraction ne peut donc pas exister sans le mouvement de la Terre ; les preuves de cette force primitive , qui anime tout , sont en même tems les preuves que notre demeure ne peut rester en repos. Cette hypothèse , si l'on peut encore lui donner ce nom , est le principe de tout en astronomie ; elle est le lien de toutes les vérités physiques : sans elle , il n'y auroit plus de corps de doctrine , la lumiere manqueroit à chaque pas. Toutes les connoissances humaines dans ce genre forcent donc de l'admettre , & comme le remarque très-bien M. de la Lande (a) , un traité d'astronomie n'est qu'une suite de preuves du mouvement de la terre.

§. X I V.

UNE chose ingénieuse dans le système de Copernic , c'est son explication de la différence des saisons. Lorsqu'on croyoit , avec Ptolémée & la plupart des anciens , que le soleil étoit en mouvement autour de nous , cet astre , dans son orbe incliné à l'équateur , tantôt s'élevoit vers le pôle boréal , pour porter l'été dans les régions du nord , tantôt y laissoit l'hiver , en descendant vers le midi , où il transportoit l'été. Mais depuis que Copernic avoit fixé éternellement le flambeau du monde dans le centre de notre sphere , il falloit dire comment notre terre , parcourant l'écliptique , présentait alternativement l'un de ces pôles vers cet immense foyer , qui renouvelle chaque année la chaleur & la végétation. Copernic en trouva la raison

(a) Astronomie , art. 1099.

dans le parallélisme de l'axe de la terre. L'axe, ou les pôles du mouvement de rotation de la terre ne changent point de position, dans le cours d'une révolution, ou d'une année; cet axe reste toujours parallèle à lui-même, & à cause de la distance infinie des points du ciel, rendus sensibles par les étoiles, il est constamment dirigé vers un de ces mêmes points.

Au solstice d'été la terre est placée de manière que le soleil paroît le plus éloigné de l'équateur *ab*, (*fig. 13*) ses rayons donnent à plomb sur le point *f*, qui est dans le tropique du cancer; lorsque la terre a fait un demi-tour, son axe *PQ*, qui reste toujours dirigé au même point du ciel, est dans une position parallèle à la position *pq*, qu'il avoit six mois auparavant; le soleil paroît autant abaissé au-dessous de l'équateur, qu'il avoit paru élevé au-dessus, ses rayons frappent perpendiculairement sur le point *C*; c'est l'été de cet hémisphère & l'hiver de l'autre: voici la cause réelle de ce parallélisme. Quand les planètes ont eu une impulsion quelconque pour se mouvoir dans l'espace, cette impulsion s'est distribuée dans tous les points de la masse, pour qu'ils se fussent tous ensemble en suivant des directions parallèles: cette impulsion a été dirigée en ligne droite, le corps fut destiné à se mouvoir toujours vers un certain point de l'espace; & comme le ciel des étoiles est à une distance infinie, tous les points de la surface du corps sont dans le même cas que les pôles de la terre, chacun d'eux regarde un même lieu du ciel. Le mouvement diurne ne dérange rien à ce regard, qui se rétablit au bout de vingt-quatre heures. Quelle que soit la seconde force, qui fait circuler une planète autour du soleil, il n'est pas question ici d'en expliquer la nature, on conçoit qu'elle détourne le corps de la planète de sa direction primitive, elle le contraint à décrire une courbe. A chaque pas la planète change donc de position à l'égard

du soleil ; mais comme le regard des points de sa surface ne change pas , il s'ensuit que le point , qui étoit tout-à-l'heure dirigé au soleil , ne l'est pas dans ce moment-ci ; il va être suivi d'un autre , & tous les points de l'écliptique de la terre seront successivement dirigés au soleil dans le cours d'une année. C'est une véritable révolution annuelle que la terre paroîtroit faire sur elle-même pour un spectateur placé dans le soleil. On voit que dans les deux positions extrêmes, marquées sur la figure , toutes les lignes , tous les points ont des directions parallèles ; mais ce sont des points opposés qui sont dirigés au soleil : c'est ce qui a lieu dans une demi-révolution. Cette rotation apparente de la terre sur elle-même en un an à l'égard du soleil , le parallélisme de l'axe , sont donc la cause des saisons ; le génie de Copernic l'a très-bien servi pour le remarquer. Mais ces phénomènes dérivent, comme nous venons de le faire voir , du mouvement de translation de la terre , dont ils sont les effets nécessaires ; Copernic ne s'en aperçut pas , il crut que c'étoit une rotation réelle. Il imaginoit que la terre tournant autour du soleil , devoit lui montrer toujours la même face ; les phénomènes contraires l'étonnoient : pour s'en débarrasser , il créa un troisième mouvement , & l'ajouta aux deux mouvemens bien réels , dont les anciens lui avoient donné l'idée ; par ce troisième mouvement la terre , selon lui , faisoit une révolution sur elle-même & sur les pôles de l'écliptique dans une année. Copernic ne pouvoit éviter cette erreur ; Galilée , ni Descartes n'avoient pas approfondi la nature du mouvement , on ignoroit comment il se compose dans les corps. Copernic ne savoit pas que le mouvement ne s'exécute jamais qu'en ligne droite , que celui qui a lieu dans une courbe , est le résultat de plusieurs mouvemens ; il croyoit , comme Aristote , que le mouvement circulaire étoit tel de sa nature ,

& il considéroit la translation de la terre autour du soleil, comme si notre planète avoit été attachée à un rayon, à une verge de fer, qui eût tourné sur le soleil comme sur son centre. Il est clair qu'elle lui auroit toujours montré la même face, & elle ne pouvoit lui présenter tous ses points dans une année, que par un mouvement particulier de rotation. Copernic étoit conséquent ; il lui manquoit les connoissances, qui n'étoient pas encore acquises. Il est donc une véritable succession dans les idées, qu'il est impossible d'intervertir ; le génie même n'y peut rien. Le génie est comme le soleil, qui mûrit les fruits de la saison ; mais il faut que le développement de la végétation les ait amenés à leur terme.

S. X V.

VOILA ce que Copernic avoit pensé en 1507, à l'âge de 34 ans : il avoit digéré toutes les pensées de l'antiquité, pour établir une base à l'astronomie physique ; mais il avoit détruit les hypothèses de Ptolémée & d'Alphonse. Les tables de ces astronomes alloient rester sans usage ; il falloit bâtir un nouvel édifice, il falloit faire de bonnes observations, & les comparer aux anciennes, pour en tirer des déterminations plus exactes. Il fit construire un quart de cercle, des règles parallactiques, enfin tous les instrumens dont Ptolémée avoit donné les principes, & enseigné la construction. L'astronôme d'Alexandrie faisoit encore la loi après quatorze siècles. Ces instrumens étoient de bois, & Rheticus, disciple de Copernic, convient qu'ils n'étoient pas bons (a). Ce grand homme avoit pu réformer la science, voir ce qu'elle devoit être, & ce

(a) Préface aux Ephémérides de Rheticus 1551.

(Weidler, p. 143).

qu'elle pouvoit devenir ; mais il n'étoit pas en son pouvoir de créer les arts. Il falloit attendre leurs progrès , il falloit que l'esprit humain fût appliqué aux instrumens pour les perfectionner & se perfectionner lui-même par leur usage. La perfection se dévoile en partie à l'imagination , un coup d'œil l'apperçoit ; mais ce sont des pas successifs & lents qui y conduisent.

§. X V I.

COPERNIC entreprit de faire de nouveaux élémens d'astronomie , fondés sur les principes qu'il avoit découverts ; son ouvrage des révolutions célestes fut achevé en 1530.

Il paroît que ce grand homme étoit pénétré de respect pour ceux qui l'avoient précédé ; il aima mieux penser que l'état du ciel avoit changé , que de croire qu'ils s'étoient trompés. C'étoit un tort de Copernic ; ce respect est une espèce d'idolatrie. Il ne faut point que le ciel cede aux hommes ; il est bien plus immuable que leurs volontés & leurs opinions ; sa constance est plus sûre que l'exactitude de leurs mesures. L'homme se modifie en bien ou en mal sans s'en appercevoir : quand il vieillit , c'est la nature qui semble perdre son énergie ; quand il se perfectionne , quand il voit mieux , ce sont les choses éternelles qui ont changé. Ptolémée avoit établi la longueur de l'année de 365^j 5^h 55' 12", Albategnius de 365^j 5^h 46' ; Copernic n'osa pas réformer ces résultats , & pour les faire accorder , il supposa une variation dans la longueur de l'année qui avoit lieu dans une certaine période. Il crut , comme Arzachel , que le lieu de l'apogée du soleil & son excentricité étoient variables. Il remarquoit également un changement dans l'obliquité de l'écliptique , il la trouvoit plus petite de 21' que Ptolémée ; il annonça que ce mouvement étoit oscillatoire ,

c'est-à-dire, qu'après avoir diminué pendant un tems, cet angle augmenteroit jusqu'à un certain terme où il recommenceroit à diminuer. Les fausses déterminations du mouvement des étoiles en longitude, ou de la précession des équinoxes, le conduisirent à remarquer dans ce mouvement une inégalité semblable. Ce mouvement étoit d'un degré en 100 ans, suivant Ptolémée, en 66 ans suivant Albategnius, en 71 ans suivant lui-même : il étoit donc inégal. L'estime qu'il faisoit du travail des anciens, le desir de conserver leurs déterminations, le fit tomber dans ces erreurs ; mais il y a des choses dans ces erreurs mêmes, qui décelent du génie. Il lia l'inégalité de la précession des équinoxes à la variation de l'obliquité de l'écliptique, & il apperçut par la vue de l'esprit qu'il étoit possible qu'une même cause produisît ces deux phénomènes, ce qui a été vérifié depuis par l'action de la lune sur l'orbite de la terre. Il fut assez ferme dans ses opinions pour attribuer ces mouvemens à notre globe, & conserver au soleil une immobilité absolue.

§. X V I I.

UN des grands avantages du système de Copernic, fut de mesurer les distances des planetes. On peut établir des rapports de grandeur entre leurs différens orbes, enchaîner ces rapports par une mesure commune, en tirer la dimension de tout le système planétaire, & la grandeur réelle de l'univers. Nous avons dit que ces connoissances ne pouvoient s'acquérir que par le mouvement de la terre, & par ses stations successives dans un cercle du monde. Si d'un lieu quelconque vous regardez un objet éloigné, à travers une campagne nue, le rayon visuel qui s'étend de votre œil à l'objet, ne peut vous faire connoître sa distance ; vous n'en aurez point d'idée tant que vous

resterez à la même place : mais si vous vous avancez vers la droite ou la gauche, vous verrez alors de côté la distance de votre premier poste à l'objet éloigné ; vous pourrez comparer cette distance au chemin que vous avez parcouru en vous écartant , & ce chemin , mesuré par vos pas , vous donnera l'idée de la distance que vous n'avez pas parcourue. Cette estimation sera d'autant plus exacte que vous aurez le coup d'œil plus juste. Mais quand les sciences se perfectionnent , quand les instrumens sont inventés , il n'est plus question d'estimation , il faut des mesures. Alors vous remarquerez que l'objet , vu de votre second poste , ne répond plus au même point de l'horizon. Ce changement de lieu de l'objet , qui vient uniquement de ce que vous avez changé de poste , vous l'appelerez parallaxe. On peut mesurer avec un instrument ce changement de lieu ; la distance de l'objet s'en déduit facilement par la géométrie. C'est ainsi que la lune est vue au même instant en différens points du ciel , de différens lieux de la surface de la terre ; Hypparque , qui remarqua cette variété d'aspects , en tira la connoissance de la distance de la lune. Mais , nous l'avons dit alors , cette parallaxe est d'autant plus petite que la distance de l'astre est plus grande ; à mesure que l'astre s'éloigne , la terre diminue pour lui de grandeur ; si la distance est considérable , la terre pourra devenir si petite , qu'elle ne sera apperçue que comme un point. Tous les pas que nous autres hommes nous faisons sur sa surface , seront insensibles , ne changeront point la direction du rayon visuel ; quelles que soient nos courses sur le globe , l'objet restera constamment à la même place : c'est comme si nous demeurions à notre premier poste , il n'y a point de parallaxe , & point d'idée de la distance. Hypparque s'arrêta après avoir trouvé celle de la lune ; toutes les autres planètes avoient des parallaxes trop petites pour les instrumens

anciens. Hypparque & Ptolémée en conclurent seulement que ces planetes étoient fort éloignées.

La terre étant supposée immobile, il eût été heureux à l'homme d'en pouvoir sortir, de s'élancer dans l'espace avec ses instrumens, pour s'éloigner de sa demeure, & d'acquérir par un changement de lieu suffisant, par une parallaxe assez grande, la notion exacte de la distance que lui refusoit le repos de la terre. Voilà précisément le bienfait de Copernic; voilà le service qu'il a rendu à l'esprit humain & aux sciences. En restituant à la terre le mouvement qu'elle a reçu de l'auteur de la nature, l'homme se trouve transporté avec elle; il peut juger de l'étendue du monde par son voyage annuel. Ce ne sont plus de petits intervalles, comme ceux qu'il parcourt sur un globe de neuf mille lieues de tour; il suit une circonférence, dont plus de soixante millions de lieues sont le diamètre. Voilà la base d'une grande parallaxe: & dans cette longue route on a des stations à choisir pour établir des mesures. A chaque pas que fait la terre dans son orbite, ce déplacement change l'apparence du lieu des planetes dans le ciel. Ces déplacements accumulés forment des changemens sensibles. Il s'agit uniquement de bien connoître le mouvement propre de la planete, de bien établir à chaque instant le lieu, où elle est vue du soleil, & en comparant ce lieu, avec le lieu observé de la terre, on a la différence, l'altération qui résulte du déplacement de notre globe. C'est une véritable parallaxe que nous nommons *parallaxe du grand orbe*, *parallaxe de l'orbe annuel*. Cette parallaxe est d'autant plus petite, que la planete est plus éloignée; mais la moindre est de plusieurs degrés. Copernic en conclut le rapport de la distance de chaque planete au rayon de l'orbe de la terre, c'est-à-dire, à l'intervalle qui sépare la terre du soleil. C'est le module des distances de toutes les planetes. Il eut donc

les rapports de ces distances, & une échelle de grandeurs depuis la coudée, la toise, la lieue, jusqu'au rayon du globe; depuis ce rayon du globe jusqu'au rayon de son orbe annuel; & enfin depuis le rayon de cet orbe jusqu'aux distances des autres planetes, qui composent notre système solaire. L'astronomie dirigée par Copernic, embrassoit l'univers par la succession de ses mesures. Les parties n'étoient plus détachées, comme dans l'hypothèse de Ptolémée, & leur union étoit un caractère de vérité. Nous ne disons pas que tous ces rapports aient été déterminés avec précision par Copernic; mais il montra que ces rapports étoient enchaînés, que plusieurs dépendoient d'un seul, & il dirigea le travail & les efforts de ses successeurs.

§. XVIII.

Si Copernic avoit rappelé la simplicité dans l'arrangement du système planétaire, dans l'explication des principaux phénomènes; il ne fut pas si heureux en expliquant les inégalités du mouvement des planetes. Nous avons vu qu'Hypparque & Ptolémée avoient observé une inégalité dans le mouvement du soleil, & deux dans le mouvement de la lune: les entraves du mouvement circulaire forcerent Copernic de conserver les épicycles & les excentriques, pour représenter ces inégalités; il imagina plusieurs épicycles roulant les uns sur les autres, & le dernier porté sur la circonférence de l'excentrique. L'attirail de ces cercles resta le même qu'il étoit du tems de Ptolémée; l'explication des mouvemens célestes étoit aussi compliquée, & l'astronomie n'avoit presque rien gagné à la découverte d'une grande vérité: c'étoit la plus forte objection qu'on pouvoit faire à son système, & c'est peut-être la seule qu'on ne lui a pas faite. Au reste il faut admirer le courage de Copernic,

sans

sans le blâmer de n'avoir pas vu tout ce qu'il pouvoit changer. Il avoit détruit un assez grand préjugé; il a eu la hardiesse de tenter la réforme, il en a exécuté une partie, & son nom vivra autant que l'astronomie.

§. X I X.

L'OUVRAGE de Copernic fut imprimé pour la première fois en 1543, à Nuremberg, par les soins de Rheticus, son disciple. Ce grand homme étoit alors âgé de 70 ans; il ne laissa paroître son système qu'après l'avoir médité & porté, pour ainsi dire, dans son sein pendant 36 ans. Il périt au moment où l'enfant de ses veilles voyoit le jour; il ne put vivre pour le défendre, mais son génie y respire, & le défend par la force de la vérité. Copernic n'avoit point la manie d'écrire, aussi n'a-t-il rien paru de lui avant cet immortel ouvrage; indifférent à la gloire, enflammé du seul amour de l'étude, il s'est caché pendant qu'il a vécu; sa gloire n'a commencé qu'à sa mort. Ce n'est même que sur les instances du cardinal Schonberg, qu'il se détermina à publier ses idées; il sembloit craindre les persécutions, qui s'élèvent contre les vérités nouvelles; &, comme s'il eût été doué de l'esprit de divination, comme s'il eût voulu rejeter ces orages après sa vie, & lorsqu'il ne pouvoit plus rien entendre dans le silence de la tombe, il se détermina si tard, qu'il étoit mourant lorsqu'il reçut le premier exemplaire. Il vit son livre avant de fermer les yeux, mais il n'en vit point le succès; il ne fut point atteint des traits de l'ignorance qui retomberent sur Galilée.

§. X X.

COPERNIC sentoit lui-même toute la difficulté de faire

Tome I.

Zz

adopter ses hypothèses : placé entre les savans qui pouvoient condamner ses opinions , & les théologiens qui pouvoient solliciter les foudres de l'église , il déguise la maturité de ses méditations & l'importance de ses découvertes. Il craint que les savans ne pensent qu'il va renverser les fondemens solides des sciences ; & il s'excuse en disant que le devoir d'un astronôme est d'abord de rassembler les circonstances des mouvemens célestes , ensuite , au défaut des vraies causes , quand il ne peut les connoître , d'inventer des hypothèses dont la supposition puisse représenter ces mouvemens , tant pour le passé que pour l'avenir : il n'est pas nécessaire , ajoute-t-il , qu'elles soient ni vraies , ni *vraisemblables*. C'est avec cette adresse & cette modestie que Copernic annonçoit la vérité , ou du moins qu'il s'efforçoit de la faire pardonner. Quant à l'autorité respectable qu'on pouvoit armer contre ses pensées , il se présente lui-même au tribunal ; son livre est dédié à Paul III , Pontife savant & éclairé. Il dit au Pape qu'il avoit suivi long-tems l'exemple de Pythagore , qui cachoit sa doctrine , & qui réservoir la vérité sacrée pour ses amis & pour ses disciples ; ce qu'il n'a pas fait , dit-il , par jalousie du savoir , & par amour du mystère , mais par la crainte de profaner ces connoissances , en les livrant à un peuple d'hommes qui les méprise. En rappelant les opinions des anciens philosophes , en établissant le mouvement de la terre , il a trouvé que tous les phénomènes en découloient nécessairement , & avec un tel ordre , qu'on ne pouvoit y rien changer sans introduire la confusion dans la machine céleste. Il finit avec une noble assurance , en disant qu'il n'a point cherché à éviter le jugement du Saint Pere , & qu'il a préféré , de lui dédier son ouvrage , à lui qui est distingué & par sa dignité & par son amour pour les sciences , afin que son autorité puisse réprimer la

calomnie (a). Il est remarquable qu'en parlant au Pape, il ne touche point la difficulté des passages de l'Écriture; mais Paul III étoit trop instruit, la justification de Copernic eût été superflue. Ces passages n'ont jamais été que la ressource de la haine & de l'envie. Qui ne voit que lorsque Josué a dit au soleil de s'arrêter, il a dû parler devant son armée le langage vulgaire; & puisque les astronomes, convaincus de la vérité du système de Copernic, disent encore que le soleil se leve & se couche, il auroit été ridicule que Josué eût employé des expressions plus savantes, en parlant à des hommes simples.

S. X X I.

MAINTENANT qu'on nous permette quelques réflexions sur la marche que Copernic a suivie dans ses idées. Il parvient par une suite de raisonnemens philosophiques à montrer qu'il n'est pas nécessaire de placer la terre au centre du monde; les effets sont les mêmes, soit que la terre se meuve, soit que les astres se meuvent autour d'elle; le choix doit donc être déterminé par la simplicité des causes. Il avoit devant lui les opinions des anciens, qui devenoient ses garans; car les bons esprits se répondent & se cautionnent dans toute la durée du tems. Son système n'étoit pas une création, ce n'étoit qu'une adoption; mais il sentoît que cette adoption étoit si difficile, qu'il semble douter qu'elle s'étende aux autres savans. Il ne s'y est déterminé lui-même qu'après un examen approfondi du système de Ptolémée. Ce sont les défauts des explications, l'absurdité des hypothèses, qui l'ont rejeté dans l'antiquité, pour y chercher des ressources plus heureuses, & des moyens plus physiques. Il doutoit avec raison que cette adoption pût

(a) Préface de Copernic.

devenir universelle ; il a fallu du tems ; plusieurs astronomes célèbres , & Tycho lui-même , ont rejeté son opinion. Copernic sentoit que le témoignage des sens étoit contre elle ; l'idée la plus naturelle est que la vérité doit être conforme à leur rapport. On suit ce plan pour faire des observations , on part de ce principe pour bâtir des explications ; on les accumule à mesure que les phénomènes se multiplient , & jusqu'à ce que les absurdités se fassent sentir. Alors un bon esprit , comme Copernic , ose s'élever contre une opinion reçue , il lutte quelque tems avec son siècle ayant de l'entraîner. Mais tous ces préliminaires ont été nécessaires ; le système le plus naturel en apparence , a dû précéder celui qui est le plus vrai ; des siècles ont dû s'écouler pour ces établissemens & ces destructions. L'opinion du mouvement de la terre existoit chez les Chaldéens , Hypparque n'a pu manquer d'en être instruit , Ptolémée & lui se sont accordés pour la rejeter. C'est que l'idée n'étoit pas assez mûre , son tems n'étoit pas encore venu ; il falloit les efforts , les essais d'Hypparque , de Ptolémée , & quatorze siècles après eux , pour en démontrer la nécessité.

Les longs travaux de l'école d'Alexandrie , ceux des Arabes , avoient préparé une base aux méditations de Copernic. Mais si dans tous les tems l'adoption a été si difficile , comment concevrons-nous la création primitive de ce système chez les peuples de l'Orient. Cette idée ne peut naître que dans une tête philosophique ; elle ne peut se propager sans qu'il y ait d'autres têtes philosophiques pour la saisir , la conserver & la répandre. Les peuples orientaux connus n'ont eu ni la philosophie propre à la produire , ni l'esprit d'examen & de méthode nécessaire pour l'approfondir , ni des observations assez exactes pour démentir le rapport des sens. Nous demandons s'il est naturel ,

s'il est croyable que les Indiens, les Chaldéens ou Pythagore lui-même en soient les inventeurs, lorsqu'Hypparque, éclairé par toutes leurs connoissances & par son génie, loin d'être séduit par l'exemple, se refusa sagement à son autorité, souvent trompeuse, & rejeta une vérité sans preuves, pour se livrer à l'apparence des phénomènes. Ce n'est point l'esprit inventeur, qui a manqué à Hypparque, ce sont les faits, les travaux, & les efforts sans succès; pour préparer les efforts heureux. Rien de tout cela n'a existé chez les Chaldéens & les Indiens; la vérité, défigurée & voilée par le tems, y languissoit sans preuves. Les Indiens, les Chaldéens, encore moins les Grecs n'en sont donc pas les inventeurs. La terre a dû voir avant eux un peuple capable d'idées liées & de travaux suivis, pour former un corps de doctrine. Les anciens fondateurs de l'hypothèse du mouvement de la terre, les auteurs de cette vérité, avec le même génie que Copernic, ont dû être placés dans une époque semblable à la sienne; ils ont dû être précédés de plusieurs systèmes, qui n'ont été que des essais, & d'autant de siècles de travaux & d'observations qu'il s'en est écoulé entre Hypparque, qui rejeta la vérité, & Copernic, qui lui rendit sa place dans l'opinion des hommes.

§. XXII.

LES idées de Copernic se répandirent après sa mort; mais elles ne furent pas généralement adoptées; les esprits résistèrent long-tems à cette innovation. Le plus zélé de ses disciples fut Rheticus, professeur de mathématiques à Wirtemberg, qui sur la réputation de ce grand homme, quitta sa chaire, alla en Prusse, & s'instruisit par ses leçons. Ce fut lui qui l'aider dans la composition de ses tables. On attribue à Rheticus l'usage des sécantes dans le calcul astronomique, celui des

tangentes avoit déjà été introduit par Regiomontanus (a). Rheticus, né en 1514, mourut en 1576.

Nous ne nommerons point ici tous les astronomes, ou plutôt tous les écrivains astronomiques, qui ont paru après Copernic; nous réservons ces détails pour nos éclaircissmens, & nous ne ferons mention que de ceux qui se sont distingués.

§. XXXII.

PIERRE APPIAN, nommé en allemand *Bienevitz*, professeur de mathématiques à Ingolstat, se distingua en effet par une observation vraie. Né en 1495, il avoit suivi le cours de cinq comètes, qui parurent depuis 1531 jusqu'en 1539; il remarqua que leurs queues se dirigeoient toujours à l'opposite du soleil, ce qui a été confirmé par les comètes observées depuis. Mais l'homme, qui eut l'honneur de cette remarque, ne fut cependant pas le partisan de Copernic. Il s'exerça, comme plusieurs autres astronomes qui l'avoient précédé, à exécuter toutes les opérations astronomiques sans calcul & par des instrumens. Kepler loue sa sagacité, en le plaignant de l'avoir perdue sur les hypothèses de Ptolémée (b).

Erasme Reinhold, né à Safeld en Thuringe, l'an 1511, fut encore un sectateur des anciennes opinions (c). C'étoit cependant un professeur de mathématiques à Wittemberg, & un astronôme recommandable; il donna une édition des Théoriques de Purbach, dans laquelle il remarque que le centre de l'épicycle de la lune décrit dans chaque mois périodique une

(a) Weidler, p. 355.

(b) Kepler, de *stellâ Martis*, part. II, c. 14, p. 81.

(c) Il n'osa pas du moins se déclarer tout-à-fait pour les nouvelles. En donnant à

Copernic les éloges qu'il mérite, en établissant les tables prussiennes sur ses observations, il donne les préceptes du calcul dans l'hypothèse de Ptolémée & dans celle de Copernic. V. ces tables p. 43, édit. de 1562.

ovale, laquelle peut être adaptée aussi à l'orbite de Mercure (a). Nous l'avons déjà observé (b), c'est l'idée qui vient à l'esprit en considérant la figure où sont représentés les différens mouvemens imaginés par Ptolémée. On voit que la lune est assez près dans les quadratures ; assez éloignée dans les sizigies ; & sa route ressemble au contour d'une ovale (c). Cette idée de Reinhold peut avoir préparé celle de Kepler. Reinhold dressa les tables prussiennes dédiées à Albert de Brandebourg, duc de Prusse ; elles sont fondées sur les observations de Copernic, comparées à celles de Ptolémée. Il mourut en 1553. Reinhold n'avoit qu'un quart de cercle de bois, & Tycho, qui le vit en passant à Wittemberg, s'étonna qu'un astronôme distingué n'eût pas eu d'autres instrumens.

§. XXIV.

DEUX inventions ingénieuses préparèrent de nouveaux progrès à l'astronomie. Les astronomes se multiplioient, mais on manquoit de moyens mécaniques pour atteindre à une certaine exactitude. Les instrumens étoient de bois, le plus souvent très-petits, & peu susceptibles d'être divisés en petites parties. La première de ces inventions est celle des transversales ; elle consiste, lorsqu'on a marqué les divisions principales sur la longueur de l'arc du limbe, comme en A, B, C, D, E, F, N, (fig. 14) à placer les subdivisions sur la largeur. Supposons que ce limbe soit divisé de 5 en 5 minutes, & que ces espaces égaux y occupent chacun une demi-ligne, qu'on ne peut plus subdiviser sans confusion : supposons que le limbe ait environ 5 à 6 lignes de large, on profite de cet espace plus grand, on y trace des

(a) Weidler, p. 353.

(b) *Suprà*, p. 174.(c) *Theor. planet. Purbachii cum notis Reinholdii*, 1601, p. 80.

cercles que nous avons ponctués, concentriques à l'arc du limbe; alors on tire les transversales *Aa*, *Ba*, *Bb*, *Cx*, &c. Les intersections des lignes transversales avec les cercles désignent les subdivisions des parties *AB*, *BC*, *CD*, &c.; en sorte que si l'alidade, dans une observation, a été amenée dans la situation *MRQ*, on voit qu'elle répond à la seconde intersection; il faut donc ajouter deux minutes à la grandeur de l'arc *NB*. Cette division est très-utile, parce qu'on peut donner au limbe une largeur suffisante, pour que ces subdivisions, & même de plus petites y soient très-distinctes. On n'en connoît cependant pas l'inventeur. Ce n'est pas le premier exemple de l'insouciance du peuple pour lequel on travaille, & de l'ingratitude des hommes à qui l'on est utile. Tout ce qu'on fait, c'est que cette division avoit été employée avant Tycho sur les instrumens appelés *rayons astronomiques*, ou vulgairement *bâtons de Jacob*. Tycho, qui l'appliqua le premier aux grands instrumens, la tenoit d'un professeur de Leipsic, nommé Homelius, mais il ne dit pas qu'il en fut l'inventeur (a).

La seconde de ces divisions est celle de Nonnius, qui a immortalisé son auteur, en conservant son nom. La division des transversales s'appliquoit sur un instrument qui avoit un limbe; celle de Nonnius fut destinée aux instrumens, qui étoient formés d'un cercle, ou d'un quart de cercle plein comme les astrolabes. Les divisions, trop près les unes des autres, ne permettoient pas d'admettre des subdivisions, qui auroient été trop serrées & indistinctes dans un petit espace. Les transversales transportoient ces subdivisions dans la largeur du limbe; Nonnius les plaça dans tout l'espace plein, entre le centre & la circonférence de l'instrument. Il y traça 46 cercles concentriques;

(a) *Progymnasmata*, première partie, p. 403, édit. 1648.

ce nombre suffisoit. Le premier fut divisé à raison de 90 parties pour le quart de cercle ; le second en 89, le troisieme en 88, le quatrieme en 87, &c. Quand on observoit, on remarquoit à quelle division, n'importe sur quel cercle répondoit l'alidade. Pour rapporter cette division à celle qui donnoit 90 parties pour le quart de cercle, c'est-à-dire, à la division ordinaire, il ne s'agissoit que de faire une regle de trois (a). Supposons que l'alidade eût répondu à la vingt-troisieme division du quart de cercle divisé en 82 parties ; on disoit, si un quart de ce cercle, divisé en 82 parties, a donné 23 divisions entieres, combien eût donné un quart de cercle divisé en 90 parties ou degrés. En faisant ce petit calcul, on trouve $25^{\circ} 14' 38''$. Par cet artifice on avoit donc les minutes & les secondes ; tout cela limité, comme on doit bien le penser, par la grandeur de l'instrument, & par les erreurs que l'œil peut commettre en appliquant l'alidade sur les divisions.

Voilà deux inventions à peu près du même tems, & qui ont le même objet ; c'est que tous les esprits s'y étoient arrêtés. La fonction vraiment utile de ceux qui influent sur les sciences, devroit être de diriger les pensées vers les objets qui sont susceptibles de perfection ; mais cette connoissance est difficile, & l'encouragement le plus puissant de tous est le besoin & la nécessité des choses.

Nous dirons, pour ne pas revenir sur cette matiere, qu'environ 100 ans après, en 1631, Vernier, chatelain de Dornans en Franche-Comté, perfectionna cette invention (b).

Soit (*fig. 15*) une portion quelconque de l'axe du limbe, un demi-degré, par exemple, divisé en 6 parties AB, BC, &c, de 5 minutes chacune ; soit un autre limbe HI d'une égale

(a) Nonnius, *de crepusculis*, P. II, prop. 3.

(b) M. de la Lande, *Astron. art.* 2342.

étendue, divisé en cinq parties ; en conséquence du rapport de ces divisions, on voit que la ligne fb sera plus avancée que N , d'une cinquième partie ; gc de deux cinquièmes que le point correspondant O ; Kd de trois cinquièmes, Me de quatre, & enfin IS plus avancée de 5 cinquièmes, ou d'une division entière. Voilà donc un moyen de diviser chacune des parties AB , BC , &c. en 5 parties, ou en minutes. En rendant mobile ce petit limbe postiche sur toute l'étendue du véritable limbe, on porte ce moyen de subdivision au lieu où l'on en a besoin. On a fini par l'attacher à l'extrémité de l'alidade même qui servoit à observer.

Quoique cette division ait presque entièrement changé de forme entre les mains de Vernier, son nom n'est presque pas connu : c'est que le principe n'est point changé ; ce n'est qu'une invention perfectionnée, & le nom de Nonnius y reste avec les traces de son génie.

Pierre Nonnius, en portugais *Nunnez*, fut un géometre assez célèbre, qui mérita de l'astronomie ; né en 1492 dans la ville d'Alcazar, il professa les mathématiques dans l'Université de Coimbre : il est le premier, qui ait traité de la loxodromie, ou de la route d'un vaisseau sur mer, en suivant toujours le même vent. Il a aussi résolu un problème assez difficile, c'est celui de trouver le jour de l'année, qui a le moindre crépuscule (a) ; problème plus curieux qu'utile. Mais sa division mérite plus d'éloges & de reconnaissance que ces productions de son savoir géométrique, parce que les moyens des arts sont des aîles qu'on attache à l'esprit humain. Nonnius mourut en 1577.

(a) Hist. des Mathémat. T. I, p. 468 & 616.

§. X X V.

LES grands pas de l'astronomie dépendront toujours des nouvelles perfections ajoutées aux instrumens. Le génie , qui est destiné aux belles découvertes , qui doit fonder les théories sublimes , ne peut rien sans les observations exactes. Mais l'exactitude des observations est limitée par la puissance des instrumens ; c'est donc en augmentant cette puissance que la carrière s'ouvre à de nouveaux progrès. Les plus grands hommes ne doivent donc pas dédaigner de les perfectionner ; car la force qu'ils y emploient réagit sur eux-mêmes : ils descendent en apparence , mais comme la balle élastique , qui frappe la terre & bondit pour s'élever. L'art des horloges s'étoit renouvelé en Allemagne au quinzième siècle. Nous avons parlé de celles qui furent fabriquées à Nuremberg , & que Waltherus appliqua à l'usage de l'astronomie. L'industrie des Allemands , de toutes parts excitée , fit faire à cette époque , des progrès à cet art. On construisit des horloges , qui marquoient les mouvemens du soleil & de la lune ; mais sur-tout on les rendit capables d'indiquer les minutes , les secondes , & l'on eut une connoissance plus détaillée de la marche du tems (a). On construisit des instrumens de métal , au lieu des instrumens de bois de Copernic & de Rhéinhold. On les fit plus grands , on y appliqua l'invention des transversales pour en multiplier les subdivisions. Juste Birge , & sur-tout Tycho firent ces changemens , qui amenèrent une révolution dans l'art d'observer. Les circonstances aidèrent le savoir des secours de la richesse. Tycho y employa sa fortune & les bienfaits du Roi de Danemarck ; le Landgrave de Hesse , les dépenses d'un Souverain ;

(a) Weidler , p. 381.

une suite nombreuse d'observations exactes fut préparée pour le génie de Kepler.

§. XXVI.

GUILLAUME IV, Landgrave de Hesse, malgré son rang, qui l'éloignoit de cette gloire, a mérité le nom d'astronôme; la place distinguée qu'il occupoit parmi les hommes, lui permit des efforts plus puissans, donna plus de poids à son exemple, & ces raisons doivent le faire regarder comme un des restaurateurs de l'astronomie pratique. Ce prince étoit né en 1532. La nature lui avoit donné le gout des sciences, comme le hasard l'avoit placé sur le trône. Il fit bâtir, au haut du château de Cassel, un magnifique observatoire qu'il meubla d'instrumens de cuivre, exécutés avec beaucoup d'art & de soin. C'étoient des armilles, des quarts de cercle, & l'instrument appelé *torquetum* (a), qui n'étoit qu'une armille plus composée. Il y ajouta depuis des sextans, qui furent inventés par Tycho. Il observa lui-même avec assiduité, depuis l'année 1561, jusqu'en 1592 qu'il mourut. Ayant succédé à son pere en 1567, & ses devoirs combattant ses goûts, il sentit le besoin de se faire aider; en conséquence il s'associa Christophe Røthman & Juste Birge. Le premier est connu par ses observations; il observa jusqu'en 1590, qu'étant allé visiter Tycho en Danemarck, il ne reparut plus, on ne fait pourquoi; à Cassel. Il avoit commencé par suivre l'hypothèse de Copernic, Tycho l'en dissuada, & se vante de cette victoire. Les partisans de Copernic étoient en si petit nombre, & si foibles pour la cause de la vérité, que l'ascendant de ce grand homme leur imposoit facilement.

Juste Birge, Suisse, & né en 1552, paroît avoir eu des

(a) *Infra*, Eclairc. Liv. VII, §. 22.

talens plus distingués ; il eut d'abord la plus grande réputation pour la construction des instrumens ; il est l'inventeur du compas de proportion (a). Birge succéda à Rothman & observa à Cassel depuis 1590 jusqu'en 1597 : il étoit si laborieux , qu'il entreprit & qu'il finit le travail de calculer les sinus de deux secondes en deux secondes. Ce travail pénible & long nous fait croire à la découverte que Kepler lui attribue (b), c'est celle des logarithmes dont nous parlerons ailleurs (c). Cette invention dût lui épargner beaucoup de tems & de peines dans des calculs presque interminables sans cette ressource. Mais cette idée ne fut point un bienfait pour les hommes ; Juste Birge étoit si peu curieux de gloire que sa découverte n'a jamais vu le jour. Pour que les hommes en aient joui , il a fallu qu'elle fût imaginée de nouveau par le baron de Neper , qui en est pour nous le véritable inventeur. Becker a fait honneur à Juste Birge d'une découverte également importante , c'est celle du pendule & de son application aux horloges (d). Cette assertion paroît sans vraisemblance. Birge mériteroit moins d'éloges que de blâme d'avoir atteint cette invention , & de l'avoir laissé périr sans fruit & sans publicité ; mais cette attribution , vraie ou fausse , montre l'idée qu'on avoit de son mérite , & l'estime de ses compatriotes , qui lui ont fait honneur de ces deux découvertes , les plus belles peut-être , ou du moins les plus utiles de l'esprit humain.

§. X X V I I.

LE Landgrave entreprit les plus grands travaux astronomiques qu'on eût exécutés depuis Hypparque , Ptolémée & Ulug-beg ; ce fut le fruit de trente années. Les observations

(a) Hist. des Mathémat. T. I, p. 471.
(b) *Tabula Rudolph.* p. 11.

(c) *Infra*, Tom. II, Liv. II, §. 19.
(d) Becker, *Phys. Subter.* édit. 1738, p. 489.

du Landgrave & de ses coopérateurs ont pour objet le lieu du soleil, des planètes & des étoiles. Le catalogue des étoiles en contient 900 (a), & c'étoit une énorme entreprise; tant de facilités, tant de secours manquoient alors! Ces positions furent observées par deux méthodes différentes, qui se servoient mutuellement de vérification. Le Landgrave connut les réfractions, mais il ne paroît pas qu'il les ait employées (b). Ce qui doit lui faire honneur, c'est d'avoir reconnu & démontré que la parallaxe du soleil étoit encore au-dessus de nos efforts, & absolument insensible sur les instrumens (c).

La méthode qu'il employa pour avoir le lieu, ou la longitude du soleil, avoit été pratiquée, & peut-être inventée par Copernic (d). Elle consiste à observer la hauteur méridienne du soleil; on en soustrait la hauteur de l'équateur sur l'horizon, qui doit avoir été préalablement observée, le reste est la déclinaison du soleil, ou sa distance à l'équateur; & comme l'angle de l'obliquité de l'écliptique est supposé connu, on a facilement, au moyen de la trigonométrie, la distance du soleil au point équinoxial, tant sur l'équateur que sur l'écliptique, c'est-à-dire, son ascension droite & sa longitude. Le lieu des planètes étoit déterminé, en observant leurs distances à deux étoiles connues, suivant la méthode de Waltherus (e). Mais la méthode, qui mérite le plus d'attention, parce qu'elle étoit nouvelle, c'est celle qui servit à trouver le lieu des étoiles. On appelle cercles azimuthaux tous les cercles qui peuvent passer par chaque point de l'horizon, & par le zenith. On fixoit un instrument dans le plan d'un de ces azimuths, on observoit à l'horloge l'instant auquel une étoile y arrivoit, on mesuroit

(a) Lacaille, Mém. de l'Acad. des scien. année 1761.

(b) *Infra*, Eclairc. Liv. VIII, §. 19.

(c) *Ibid.*

(d) *Infra*, Eclairc. Liv. VIII, §. 3.

(e) *Supra*, p. 320.

en même tems sa hauteur à l'égard de l'horizon, sur l'instrument (a). Comme tous les cercles du ciel ont une correspondance connue, la trigonométrie, au moyen de ces données, trouvoit la déclinaison de l'étoile, & sa distance au méridien; en ajoutant cette distance exprimée en tems, à l'instant de son passage par l'azimuth, on avoit l'instant de son passage futur au méridien. Alors, comme le soleil y avoit passé à midi, comme quinze degrés de l'équateur passent au méridien en une heure, & ce cercle entier dans un jour, le tems écoulé depuis midi jusqu'à cet instant, donnoit la différence d'ascension droite entre l'étoile & le soleil; & l'ascension droite du soleil étant connue ou par les tables, ou par l'observation faite à midi, comme nous l'avons dit plus haut, on avoit l'ascension droite de l'étoile. Avec cette ascension droite & la déclinaison, la position de l'étoile étoit déterminée dans le ciel, & la trigonométrie en concluoit sa longitude & sa latitude. Cette méthode est remarquable, en ce que c'est la première fois qu'il est question du tems dans les observations, autrement que pour dater le moment de ces observations. Ici le tems écoulé entre midi & l'instant du passage de l'étoile par l'azimuth, a servi à trouver la distance de l'étoile au soleil, mesurée sur l'équateur. On sent qu'il étoit nécessaire que l'horloge fût parfaitement bien réglée, qu'elle eût une marche assez uniforme pour marquer exactement le tems écoulé dans cet intervalle. Mais les horloges n'étoient pas bonnes alors, & la méthode étoit très-défectueuse : aussi fût-elle vivement blâmée par Tycho. Il ne prévoyoit pas que cette méthode perfectionnée deviendrait à l'avenir la base de toutes les recherches astronomiques. Thadée Hagecius, astronôme peu connu d'ailleurs,

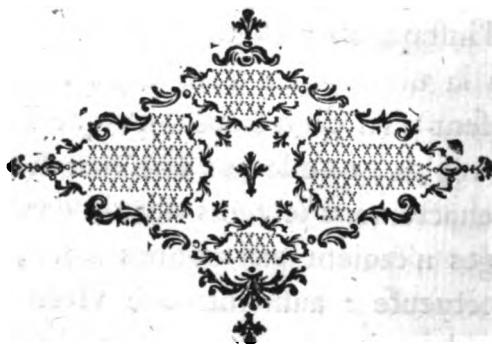
(a) *Progymnasmatâ*, I. P. p. 210.

paroît avoir fait un changement important à cette méthode, c'est de faire toujours dans le méridien, qui est à la vérité un des cercles azimuthaux, l'observation que le Landgrave faisoit dans un azimuth quelconque. Par là on simplifioit beaucoup les opérations & les calculs. La hauteur observée, comparée à celle de l'équateur, donnoit directement la déclinaison ; & l'instant du passage donnoit le tems écoulé depuis midi, & la différence d'ascension droite entre l'étoile & le soleil (a). Cette méthode ingénieuse resta sans usage par le défaut de régularité dans la marche des horloges (b). Nous verrons les modernes s'en saisir & l'employer avec succès, lorsque Huygens aura donné à ces instrumens une perfection inespérée.

(a) *Progymnasmata*, I. P. p. 323.

(b) Ce n'est pas que l'art de l'horlogerie n'eût fait de grands progrès en Allemagne ; on faisoit des horloges qui marquoient non seulement les minutes, mais les secondes ; les quarts de secondes y étoient même sen-

sibles. On y représentoit aussi le mouvement du soleil & de la lune dans l'écliptique, le coucher & le lever de ces astres, leurs éclipses. (*Weidler*, p. 382). Ceci étoit vers 1579 ; mais la précision manquoit à tous ces effets.





HISTOIRE

D E

L'ASTRONOMIE MODERNE.

LIVRE DIXIEME,

De Tycho & de la Réformation Grégorienne.

§. PREMIER.

COPERNIC fut le législateur de l'astronomie; il avoit réformé le systême du monde, il avoit traité la science en philosophe. Mais l'art d'observer demandoit un réformateur; ce réformateur fut Tycho-Brahé, doué de l'esprit des détails, souvent plus utile que celui de l'ensemble. La science alors avoit besoin de faits; il perfectionna les moyens de les acquérir; il fut un observateur infatigable : émule du Landgrave, destiné à le surpasser par un dévouement plus entier & par les ressources de son génie; il forma une masse considérable d'observations; il atteignit des découvertes brillantes, & il mérita d'être regardé comme un des plus grands astronomes, qui ayent paru sur la terre. Il a marqué lui-même sa place; on voit sur un de ses

Tome I.

Bbb

instrumens les figures gravées de quatre astronomes qu'il jugeoit sans doute les plus distingués ; Ptolémée, Albategnius, Copernic & lui (a). Il auroit eu tort si la postérité n'avoit pas été de son avis ; mais la postérité peut le traiter mieux qu'il n'a fait lui-même. Copernic n'est pas de la même classe que Tycho ; il fut plus grand comme philosophe que comme astronôme : Ptolémée & Albategnius sont d'un ordre inférieur : Hypparque seul, malgré la distance des tems, s'élève dans l'antiquité pour se mesurer avec Tycho.

Tycho-Brahé, né à Knudstorp dans la province de Scanie, le 13 Décembre 1546, fut donné à l'astronomie par l'impulsion de son génie, par le vœu de la nature, & contre le vœu de ses parens. On l'avoit destiné à la jurisprudence, comme Copernic le fut à la médecine. Ces vocations contrariées sont les seules vraies, parce qu'elles sont les seules éprouvées. Les obstacles les épurent, les goûts foibles & les fantaisies disparaissent ; il ne reste que le penchant naturel augmenté par la résistance.

§. II.

TYCHO étoit né d'une famille illustre, qui subsiste encore en Suede (b). Son oncle paternel se chargea de son éducation, & après qu'il eut fini l'étude des langues, on l'envoya à Copenhague pour y apprendre la philosophie. Ce fut là, en 1560, que son génie s'éveilla à la vue d'une éclipse de soleil. Il fut frappé d'étonnement, en remarquant que le phénomène étoit arrivé au moment où il avoit été annoncé. L'enfant admira cet art de prédire, & desira de l'acquérir ; il lut quelques traités des sphériques, & les éphémérides de Stade, qu'il ne

(a) *Astron. instaur. mechanica.*

(b) Weidler, p. 383.

trouva pas très-bonnes. Lui-même nous a laissé quelques détails sur ses premières tentatives (a), & il avoit une assez juste opinion de soi, pour croire qu'ils ne seroient pas indifférens. En 1563, lors de la grande conjonction des planètes supérieures vers la fin du signe de l'Écrevisse, ou au commencement du signe du Lion, il étoit à Leipfic où il achevoit ses humanités; entraîné par le goût de l'astronomie, il achetoit des livres, & les lisoit la nuit malgré son précepteur, qui vouloit le livrer à la jurisprudence, par ordre de ses parens. Tycho, sans secours & sans maîtres, s'accoutuma à reconnoître les constellations au moyen d'un globe gros comme le poing : il suivoit le cours des planètes à travers les étoiles ; & en comparant leur marche au calcul des tables alphonsines & des tables de Copernic, il vit que ni les unes, ni les autres ne convenoient à l'état du ciel, quoique les dernières en approchassent davantage. Il observa d'abord avec un grand compas, dont il appliquoit le sommet à son œil, & les extrémités des branches sur les deux astres dont il vouloit mesurer la distance. La méthode étoit peu exacte, mais l'application & le génie suppléant à ses imperfections, il apperçut des erreurs intolérables. Dans l'annonce de la grande conjonction, Alphonse s'étoit trompé d'un mois, & Copernic de quelques jours. L'année suivante il eut un rayon astronomique de bois, divisé par transversales ; & toutes les fois qu'il faisoit beau, il observoit de sa fenêtre, passant la nuit, souvent entière sans dormir, tandis que son précepteur étoit livré au sommeil. Il a conservé précieusement toute sa vie le livre, où étoient inscrits ses premiers travaux ; monumens de son zèle pour l'astronomie, & dès-lors les gages de sa réputation future. Il rencontra un obstacle dans ses recherches,

(a) *Astron. instr. mecanica.*

il apperçut des erreurs sur la division de son instrument ; mais comme le precepteur n'eût pas fourni de l'argent pour en avoir un meilleur , il fallut construire une table de ces erreurs pour les corriger (a). Ainsi ses premiers travaux furent de corriger ses instrumens & ses maîtres.

§. III.

TYCHO s'en alla ensuite à Vittemberg & à Rostoch , où il continua d'observer. Ce fut en 1569 , en passant à Augsbourg , qu'il se lia d'amitié avec Paul Hainzelius , sénateur savant , & curieux d'astronomie. Tycho , à peine âgé de 23 ans , avoit apperçu que les progrès futurs de l'astronomie dépendoient des instrumens , il forma le projet de leur donner une grandeur qui promît plus d'exactitude ; & comme la ville d'Augsbourg avoit alors des ouvriers intelligens , capables de répondre à ses vues , il en profita , & fit construire pour son ami Hainzelius un quart de cercle de bois de quatorze coudées , c'est-à-dire , d'environ 21 pieds de rayon. Ce quart de cercle est peut-être le plus grand , qui ait jamais été exécuté en Europe ; il étoit divisé de dix en dix secondes. L'exécution de cet instrument , d'après les idées de Tycho , annonçoit une révolution. Les instrumens qu'on avoit eus jusqu'alors n'étoient pas seulement divisés en minutes : celui-ci pouvoit donc donner quinze ou vingt fois plus d'exactitude , & permettre des observations tout-à-fait nouvelles.

Tycho , retourné dans sa patrie , vit avec chagrin que ses parens méprisoient les sciences qu'il aimoit. La noblesse n'étoit pas éclairée alors , & faisoit gloire de ne pas l'être. Tycho , trop élevé par le génie , pour n'être pas blessé de ce préjugé

(a) *Astron. instaur. mechanica.*

barbare, s'éloigna; son oncle maternel, Stenon-Bille, sentit ce qu'il valoit, ce qu'il devoit être un jour, & lui donna un afile dans son domaine de Herritzwadt, près de Knudstorp, où il fut libre de vaquer aux observations astronomiques. Cet oncle aimoit les sciences, & sur-tout l'alchimie; le neveu se partageoit entre la chimie & l'astronomie, & la maison qu'il habitoit eut un laboratoire & un observatoire. Ces doubles travaux le mettoient souvent dans le cas de faire le trajet d'un bâtiment à l'autre. Le 11 Novembre 1572, traversant une cour avant souper, & considérant le ciel, pour juger s'il pourroit continuer ses observations après le repas, il apperçut au ciel un astre nouveau & très-brillant; c'étoit dans la constellation de Cassiopée. Familier comme il l'étoit depuis son enfance avec la connoissance des étoiles, il ne douta point que celle-ci ne fût nouvelle; mais étonné de ce prodige, n'osant s'en rapporter au témoignage de ses yeux & de sa mémoire, il s'informoit aux domestiques qui l'accompagnoient, à tous ceux qu'il rencontroit, si cet astre brillant ne leur paroïssoit pas aussi nouveau qu'à lui: tous l'en assurèrent. Enfin convaincu qu'il ne se trompoit pas, il courut à ses instrumens, & les ayant disposés, il mesura la distance de la nouvelle étoile à deux autres étoiles, pour s'assurer de sa position. Il marqua avec soin tout ce qui concernoit sa grandeur apparente, sa forme, sa couleur, &c. (a). Cette étoile dura toute l'année suivante, & jusqu'au commencement du printems de l'an 1574, sans changer de place ni de configuration à l'égard des fixes. Sa forme fut toujours ronde, sans aucune queue, ni chevelure, comme les comètes; elle étoit plus grande, plus brillante que la Lyre & Procyon, deux des plus belles étoiles

(a) *Progymnasmata*, P. I. p. 230.

du ciel , & étoit égale en splendeur à Jupiter & même à Vénus , lorsqu'ils sont le plus près de la terre. Ceux qui avoient bonne vue , la voyoient pendant le jour au méridien. Elle ne conserva pas toujours cet éclat , elle diminua de grandeur , jusqu'à ce qu'elle disparut tout-à-fait (a). Dans cet intervalle , cette étoile fut toujours scintillante comme les autres , mais sa couleur varia très-sensiblement ; d'abord d'un blanc éclatant , comme Vénus , ensuite d'un jaune rougeâtre , comme Mars , & comme l'étoile Aldebaran ; elle finit par un blanc plombé , comme Saturne (b). Il semble qu'il se soit opéré dans cette étoile des changemens assez grands , assez extraordinaires pour être sensibles , à l'énorme distance où nous sommes. Mais ce qu'il y eut de plus étonnant , c'est que cette étoile qui perdit sa lumière & s'éteignit par degrés , l'avoit acquise tout-à-coup. Mœstlin , astronôme instruit & digne de foi , considéra la constellation de Cassiopée dans le mois d'Octobre , & Munosius le 2 Novembre : l'astre ne brilloit point encore (c) ; il parut le 11 tout formé & tout brillant. Ce phénomène si rare de l'apparition subite d'une nouvelle étoile n'avoit encore eu que deux témoins , Hypparque & Tycho.

§. I V.

CET astre nouveau occupa tous les savans de ce siècle ; il produisit d'abord un petit ouvrage de Tycho , qui fut imprimé à Coppenhague (d) ; mais il en produisit beaucoup d'autres , qui ont été oubliés , & sur-tout des raisonnemens absurdes , mêlés à des idées lumineuses. On alla jusqu'à comparer cette

(a) *Progymnasmata*, P. I, p. 231.

(b) *Ibid.*

(c) *Ibid.* p. 334 & 346.

(d) Il est inséré dans le grand ouvrage de Tycho sur l'étoile de 1572, dans la première partie des *Progymnasmata*, p. 354.

étoile à celle qui conduisit jadis les Mages. On pensa qu'elle annonçoit le retour du Christ, comme la première avoit annoncé sa venue : c'étoit le tems des prédictions. Ce qu'il y eut de plus singulier, c'est que Théodore de Beze, successeur de Calvin, homme savant & célèbre, adopta cette opinion, & la consacra dans ses vers. Tycho les rapporte, en ajoutant qu'il ne fait si Théodore de Beze les a faits sérieusement, ou comme un jeu d'esprit (a).

Reifacherus, professeur de mathématiques à Vienne, croyoit que cette étoile pouvoit être la même que celle, qui, suivant Cyprianus Léovirius, avoit été vue en 1264; laquelle cachée pendant long-tems par quelque cause, reparoissoit alors par la cessation de cette cause (b). Cette opinion étoit assez raisonnable. Tycho demandoit où elle s'étoit cachée pendant trois cens ans? Les siècles suivans lui répondront par des exemples réitérés de ces apparitions & de ces disparitions.

Jerôme Fracastor avoit précédemment pensé qu'il y avoit des étoiles, qui deviennent visibles lorsqu'elles s'approchent du centre du monde, & qui, lorsqu'elles s'en éloignent, s'évanouissent, n'ayant plus une lumière sensible à la vue (c). Jean Dée, Anglois, pensa que cette étoile pouvoit s'approcher & s'éloigner de la terre par degrés insensibles & en ligne droite (d): ce qui expliquoit son apparition & sa disparition. Un autre, Elie Camerarius de Francfort sur l'Oder, crut appercevoir à cette étoile une parallaxe, qui diminuoit en même tems que son éclat; & il en conclut qu'elle s'éloignoit en ligne droite, & s'enfonçoit dans les profondeurs du ciel (e); mais cette parallaxe n'étoit qu'une erreur d'observation.

(a) *Progymnasmata*, partie I^{re}, pag.

259.

(b) *Ibid.* p. 327.

(c) *Ibid.* p. 363.

(d) *Ibid.* p. 212.

(e) *Ibid.* p. 413.

La grande question étoit de savoir si cet astre nouveau avoit une parallaxe. Nous avons dit que la parallaxe dépend de la distance, & sert à la déterminer (a); plusieurs astronomes croyoient en appercevoir une par leurs observations. Le Landgrave de Hesse la trouvoit de 3' (b); d'autres alloient même jusqu'à 19 ou 20' (c). Mais ces différences que l'on appercevoit entre les observations, & que l'on attribuoit à la parallaxe, n'étoient que des erreurs ou de l'observation, ou des instrumens. Cette étoile étoit très-bien placée pour la recherche de sa parallaxe; elle étoit au nombre de celles, qui ne se couchent point, qui passent deux fois au méridien dans un jour sur le même horizon, une fois du côté du midi, & une fois du côté du nord. Dans sa plus grande hauteur, elle s'approchoit à 10° du zenith, sa parallaxe devoit être alors insensible; dans la plus petite hauteur elle étoit à 20° au-dessus de l'horizon, où la parallaxe est encore assez grande. Tycho suivit cette étoile avec le plus grand soin, & s'assura qu'elle n'en avoit aucune: il eut même la précaution de faire les deux observations le même jour, sans faire varier la position des alidades, qui mesuroient les distances des fixes avec l'étoile nouvelle; l'angle de ces distances se trouva le même près de l'horizon & près du zenith (d). Il établit donc comme un point fondamental, que cette étoile manquant absolument de parallaxe, étoit plus éloignée que toutes les planetes, que Saturne lui-même, qui en a une, quoique petite; elle étoit donc semblable aux étoiles fixes à cet égard, & elle devoit habiter la même région (e).

(a) *Suprà*, p. 97.

(b) *Progymnasiosa*, Partie I^{re}, page 364.

(c) *Ibid.* p. 367, 376, 384.

(d) *Ibid.* p. 275.

(e) *Ibid.*

§. V.

PLUSIEURS des astronomes de ce tems donnoient dans deux absurdités, l'une de faire de cette étoile une comete, quoiqu'elle n'eût pas de mouvement ; l'autre de la placer au-dessus de la lune, quoiqu'elle n'eût point de parallaxe (a). Peucer conjectura qu'elle avoit été allumée par Jupiter (b). Il faut convenir que comme on voyoit cette étoile diminuer de grandeur & d'éclat, enfin se préparer à s'éteindre, il étoit assez naturel de penser qu'elle avoit été allumée, mais allumée par Jupiter, qui n'a d'autre lumiere que la lumiere affoiblie qu'il tient du soleil ; cela étoit absurde, même pour le tems.

On commençoit à observer les cometes, qui avoient été fort négligées depuis le renouvellement de l'astronomie. En conséquence on étoit revenu à raisonner sur leur nature. Il y avoit deux anciennes opinions sur ces astres, dont l'apparition est inattendue & de peu de durée : l'une qu'ils étoient formés par les exhalaisons de la terre ; l'autre qu'ils étoient créés dans le ciel par la rencontre de plusieurs planetes, comme Démocrite, Anaxagore, Aristote & Sénèque l'ont pensé. Philippe Appien avança que la naissance de l'étoile de 1572 étoit due à la grande conjonction de Saturne & de Mars, parce que dans ces conjonctions, il y en a qui font des astres avec des queues, & d'autres des astres sans queues (c).

Tycho, qui reconnut dans la suite que les cometes étoient fort au-delà de la région de la lune, & qui sentit que les exhalaisons de la terre ne pouvoient aller jusques-là, ne s'éloigne pas de l'opinion de Démocrite ; du moins paroît-il penser qu'elles étoient produites par les exhalaisons de quelqu'autre

(a) *Progymnasmata*, Partie I^{re}, page 111.

(b) *Ibid.* p. 329.

(c) *Ibid.* p. 387.

planete. Il établit que toute comete est formée dans la région des planetes ; c'est pourquoi elle tient de leur nature ; c'est pourquoi elle a un mouvement comme elles. C'est aussi la cause de la courte durée de l'apparition des cometes : ce sont, dit-il, de fausses planetes bientôt détruites ; mais les astres nouveaux, formés dans la région des fixes, sont de la même nature, & sont fixes comme elles (a).

§. VI.

FRANÇOIS VALLESIIUS prétendoit que cette étoile ne pouvoit être nouvelle, parce que la création de Dieu a été une & complete, parce que les cieux furent créés tout-à-coup parfaits. L'auteur de toutes choses se repose, en admirant son ouvrage, & ne crée plus rien. Tycho répondoit qu'il ne falloit pas prendre à la lettre les passages cités de l'écriture, & encore moins limiter l'action de la puissance divine (b). Tycho avoit raison. Cependant, sans vouloir réduire l'Être suprême à une inaction actuelle, on pourroit trouver de bonnes raisons physiques & astronomiques pour soutenir que cette étoile n'étoit pas nouvelle. La pensée de Vallesius étoit que l'étoile devenoit si petite, qu'elle cessoit d'être visible. Cette pensée étoit très-raisonnable ; si Tycho ne l'adopta pas, c'est qu'il tenoit aux préjugés de son siècle sur la génération des cometes, que l'on rangeoit parmi les météores, & parmi les produits des vapeurs de la terre ou des planetes. Il est vrai que Vallesius gâtoit cette idée simple, en ajoutant qu'il y avoit des parties du ciel plus denses que les autres, comme, dit-il, la voie lactée & les taches de la lune l'indiquent. Le mouvement du ciel portant cette étoile dans ces parties, elle augmente de volume &

(a) *Progymn.* p. 342.(b) *Ibid.* p. 350.

d'éclat , elle devient visible jusqu'à ce qu'en s'éloignant de ces mêmes parties , elle perde la cause de son éclat , & cesse d'être visible. Mais pourquoi cela arrivoit-il si rarement ? Pourquoi cela n'arrivoit-il pas à toutes les petites étoiles ? On feroit un volume de questions ; nous ne nous chargeons pas d'y répondre. Nous marquons les idées faives & les erreurs par lesquelles on passoit sur le chemin de la vérité.

§. V I I.

TYCHO pensoit que la matiere de cette nouvelle étoile étoit toute céleste , semblable à celle des autres étoiles , mais avec un mélange de parties moins pures , qui ont amené avec le tems sa dissolution , tandis que toutes les autres se conservent par leur pureté , & durent éternellement (a). Il pense que cette matiere céleste est répandue partout dans l'espace , & plus abondamment dans la voie lactée. C'est pourquoi l'étoile a paru dans cette bande lumineuse. Tycho y voyoit même un espace obscur , grand comme la moitié du disque de la lune , qu'il ne se souvenoit pas d'y avoir remarqué auparavant. Ce trou étoit le vide qu'avoit laissé la matiere réunie pour former l'étoile , placée effectivement dans ce lieu. Cette apparence obscure entre les parties blanches de la voie lactée , si elle étoit réellement nouvelle , doit avoir été l'effet de l'éclat même de l'étoile ; une grande lumiere efface & obscurcit la blancheur de la voie lactée. Tycho , toujours préoccupé des idées de la formation & de la destruction des astres , les compare aux métaux ; les plus parfaits ne se fondent qu'à un feu assez fort , tandis que les autres se fondent plus facilement , à raison de leur imperfection (b).

(a) *Progn. P. I, p. 462.*(b) *Ibid. p. 463.*

MAIS le plus grand service que rendit cette étoile, c'est de fournir à Tycho l'occasion du renouvellement de l'astronomie. Depuis Ptolémée, on n'avoit presque point fait d'observations; on ne trouve qu'Albategnius, qui nous en a peu laissé, & le Landgrave, qui observoit dans le même tems que Tycho, concurremment avec lui, & en quelque sorte, du moins sur la fin, par ses avis. Comme toutes nos connoissances se tiennent, comme dans la physique céleste surtout, la perfection totale tient à la perfection des parties, Tycho conçut le dessein d'une réformation générale : il voulut tout revoir par ses yeux, dresser, comme Hypparque, un nouveau catalogue des étoiles; & deux fois l'apparition d'une étoile, qui sembloit un phénomène isolé, produisit un grand ouvrage.

Il falloit un lieu propre à l'observation, un lieu qui réunît & la sérénité du ciel & le silence de la retraite. Tycho forma le projet d'aller s'établir à Basle, où il devoit trouver la pureté de l'atmosphère, la liberté civile, & l'avantage d'être au milieu des savans répandus en Allemagne, en Italie & en France. Il craignoit sur-tout dans sa patrie l'importunité des amis oisifs, & des nobles qui méprisoient l'astronomie. Le Landgrave de Hesse écrivit au Roi de Danemarck; son émule étoit dans le cas de faire connoître tout ce qu'il valoit. Le Roi sentit la perte dont il étoit menacé. Il manda Tycho, & lui offrit la propriété de l'île d'Huene, située entre la Scanie & la Zélande; il ajouta qu'il y feroit bâtir les édifices nécessaires, placer des instrumens, & que les dépenses du Prince rendroient l'habitation digne de l'astronôme. Tycho accepta cet asile, où la mer devoit le défendre des importuns. On y bâtit un château, qui reçut de Tycho le nom de ville du

ciel, *Uranibourg*. Il y fit placer la plus belle collection d'instrumens, qui ait jamais existé, dont la plupart étoient inventés ou perfectionnés par lui. Il appela des coopérateurs, soit pour observer, soit pour calculer, qu'il entretenit à ses frais, & qu'il instruisit lui-même. C'est là, & depuis 1577, qu'il fit toutes ses observations, tant des étoiles que des planètes & des comètes, jusqu'à Mercure, que Copernic n'avoit jamais pu voir. Il regarde toutes les observations qu'il a faites avant cet établissement, comme des observations de l'enfance & de la jeunesse; celles qu'il a faites dans cette île, avec des instrumens proportionnés à ses vues, lui paroissoient propres à fonder la science; ce sont des observations d'homme (a).

§. I X.

Nous sommes forcés d'interrompre le récit des travaux de Tycho, pour parler d'une nouvelle institution civile, à laquelle l'astronomie eut la plus grande part; c'est la réformation du calendrier. Lorsque Sosigènes & Jules César reglerent l'année romaine, ils établirent que l'année civile seroit de 365 jours précisément, & que pour tenir lieu du quart de jour, dont l'année vraie est plus longue, on ajouteroit un jour à chaque quatrième année nommée bissextile. Sosigènes n'ignoroit pas sans doute que, suivant les observations d'Hypparque, l'année vraie, la révolution du soleil étoit plus courte d'environ 5' : il a pu croire que cette erreur ne méritoit pas qu'on y fit attention; mais elle est bien plus grande qu'il ne l'avoit pensé. La révolution du soleil embrasse à peu près 365^j 5^h 49', elle est donc plus courte d'environ 11' que l'année julienne; à chaque quatrième année on ajoutoit 44 minutes de trop, & le com-

(a) *Astron. instaur. mechanica.*

commencement de l'année vraie, précédoit toujours de plus en plus le commencement de l'année civile. L'équinoxe du printemps avoit été fixé au 21 Mars, l'an 325, par le concile de Nicée. Depuis cette époque jusques vers l'an 1582, l'équinoxe vrai étoit arrivé tous les 132 ans, un jour plutôt que l'équinoxe civil réglé par le concile; il tomboit dans ce siècle au 11 Mars. Cette anticipation avoit été remarquée par les plus savans hommes des siècles passés; Bede le vénérable, Sacro Bosco, Roger Bacon l'avoient annoncée. Deux cardinaux, Pierre d'Ailli & de Cusa, représentèrent, l'un au concile de Constance, l'autre au concile de Latran, la nécessité d'une réformation. Sixte IV, en 1474, forma le projet de s'en occuper; c'est dans cette vue qu'il manda Regiomontanus à Rome, & le récompensa d'avance, en le nommant à l'évêché de Ratisbonne. Une mort prématurée enleva l'astronôme à ce travail, & comme il n'eut point alors de successeur, le projet fut suspendu. Cependant la nécessité de la réformation étoit évidente, car si on eût laissé s'accumuler les erreurs, le calendrier auroit à la fin indiqué le solstice d'hiver dans le tems de l'équinoxe du printemps, & la saison des glaces, lorsque la terre auroit été couverte de fleurs. Ce n'étoit pas le seul inconvénient; nous avons dit que le concile de Nicée avoit réglé qu'on célébreroit la pâque des chrétiens le premier dimanche après la pleine lune, qui tombe le jour de l'équinoxe, ou qui le suit. Il étoit donc essentiel, pour la célébration de ce jour solennel, de connoître les jours où doivent tomber les pleines lunes dans le cours de chaque année. Le concile de Nicée adopta la période de Méton pour régler cette partie du calendrier. On supposoit alors, comme Méton l'avoit cru, que 19 années solaires font précisément 235 lunaisons. Mais ces 19 années sont plus longues de 1^h 32', & après seize périodes,

ou plus exactement, après 312 ans & demi, les vraies phases de la lune précédent déjà d'un jour celles qu'indique le calendrier. En 1250 ans elles doivent donc précéder de quatre jours; c'est en effet ce qui étoit arrivé à l'époque où nous sommes. Avec le tems, le calendrier seroit venu à annoncer la pleine lune dans le tems où elle est nouvelle, & à faire célébrer la pâque dans une phase contraire à celle qui a été réglée par l'église.

§. X.

L'ÉVIDENCE de ces abus & de ces écarts du calendrier tourna tous les esprits vers la réformation; plusieurs écrivains en montrèrent la nécessité, & proposèrent différens plans de réforme. Egnace Dante éleva dans l'église de Sainte Petrone à Bologne un gnomon, pour montrer à tous les yeux la marche du soleil, & en même tems les erreurs du calendrier. Dans les institutions civiles, dans les choses d'un usage général, il faut parler à la multitude, il faut instruire ceux qui ne lisent point, ceux qui ne connoissent pas les principes, mais qui jugent les opérations. Enfin cette réformation tant désirée, sollicitée par tant d'ouvrages publiés sur cette matière, projetée par plusieurs Papes & plusieurs conciles, fut exécutée par le Pape Grégoire XIII, qui en eut l'honneur. Aloïsius Lilius, médecin & astronôme de Verone, lui présenta un plan, qui fut examiné par les plus habiles mathématiciens du tems, & dont l'exécution fut trouvée facile. Le Pape envoya ce projet à tous les Princes chrétiens, pour avoir leur avis; il fut loué & approuvé universellement; l'auteur n'en vit pas l'exécution, il mourut, & son frere fut admis à la congrégation que le Pape nomma pour examiner la chose en dernier ressort. Cette congrégation étoit composée de plusieurs prélats, d'Egnace Dante,

de quelques autres savans , & de Clavius , qui depuis expliqua dans un grand ouvrage la forme & les usages du nouveau calendrier.

§. XI.

VOICI en quoi consisterent les réformations ; la plus aisée étoit celle qui devoit corriger l'anticipation de l'équinoxe. Puisque l'équinoxe vrai ou solaire , au bout de 132 ans , précède d'un jour l'équinoxe civil , il doit le précéder de trois jours en 400 ans. On régla qu'au lieu de faire , comme on avoit coutume , chaque centieme année bissextile , on ne feroit qu'une seule bissextile dans quatre centenaires de suite. Le calendrier grégorien a donc trois jours de moins dans 400 ans que le calendrier julien. C'est précisément la correction que demandoit ce calendrier. Quant à la partie de la réformation qui concernoit la lune , elle étoit plus difficile , & l'explication abrégée & claire que nous devons en donner ici a les mêmes difficultés. Il s'agissoit de remédier à l'erreur des nouvelles ou des pleine lunes , qui anticiipoient d'un jour en 312 ans & demi. Les 19 années de la période de Méton ont chacune un caractère distinctif que Luilius eut l'habileté de saisir ; c'est l'épacte. On appelle ainsi l'âge de la lune , le nombre de jours écoulés depuis la dernière lune commencée , au jour où l'année finit. Supposons une année , où la nouvelle lune soit arrivée le premier Janvier , Luilius dit que l'épacte est nulle , ou zero , parce qu'en effet la dernière lune a fini avec l'année précédente. Comme douze lunes ne font que 354 jours , la première nouvelle lune ayant commencé avec l'année , elle se renouvelera pour la treizieme fois le 355^e jour , & lorsque l'année finira , au bout de 365 jours , l'âge de la lune , le nombre de jours écoulés depuis son dernier renouvellement , enfin l'épacte sera de

de 11 jours ; c'est l'épacte de la seconde année. Chaque année l'épacte augmentera de 11 jours ; mais comme la durée d'une lunaison n'excede jamais 29 jours & demi, on conçoit que l'âge de la lune à la fin de l'année, l'épacte ne doit jamais passer 30 jours. Il faut donc toujours retrancher 30 de l'épacte lorsqu'elle surpasse ce nombre. C'est ainsi que l'on forme la suite des 19 épactes du cycle lunaire, 0, 11, 22, 3, 14, 25, 6, 17, 28, 9, 20, 1, 12, 23, 4, 15, 26, 7, 18 (a). Ces 19 nombres répondent, suivant leur ordre, aux 19 années de la période de Méton.

Si cette période étoit parfaitement exacte, ce feroit le nombre de toutes les épactes possibles ; mais les erreurs s'accumulent, l'âge de la lune, ou l'épacte varie à la fin de l'année ; tous les jours de l'âge de la lune depuis 0 jusqu'à 29, peuvent y passer & devenir épactes à leur tour. Luilius eut l'idée simple & heureuse d'écrire ces trente nombres dans leur ordre naturel, 0, 29, 28, 27, &c. dans le calendrier, en commençant au premier Janvier, à côté de chaque jour du mois. Ces nombres répétés douze fois, feroient 360 jours ; comme chaque lunaison n'est que d'environ 29 jours & demi, & les douze lunaisons de 354 jours, tous les deux mois il y a un jour où on place deux nombres, pour que la totalité n'excede pas 354, & que l'épacte se trouve juste à la fin de l'année. Nous ne nous étendrons pas davantage sur cet artifice, dont on peut s'instruire plus à fond dans les traités sur cette matiere. Cela posé, dans la suite des nombres que nous avons exposée, le quantieme de la période métonienne indique l'épacte correspondante, & cette épacte annonce les nouvelles lunes pour

(a) La dernière année a 18 d'épactes, on en ajoute 11, ce qui ne fait que 29 ; mais comme la lune intercalée de cette dix-neuvième année n'a que 29 jours, on retranche

29 au lieu de 30 ; c'est ce qu'on appelle le saut de la lune, on devroit dire plutôt le saut de l'épacte, & l'on revient à l'épacte zero, qui est la première.

tous les jours auxquels elle est associée. Ensuite pour remédier à l'anticipation d'un jour que les nouvelles lunes ont au bout de 300 ans, il suffisoit d'augmenter l'épacte d'un jour. C'est l'effet de cette anticipation : la nouvelle lune étant arrivée un jour plutôt dans une année quelconque, son âge, l'épacte est augmentée pareillement d'un jour lorsque l'année finit. Il suffisoit donc au bout de 300 ans, de changer la suite qui répond aux 19 années de Méron, & au lieu de celle que nous avons écrite ci-dessus, de prendre celle-ci qui répondra aux mêmes années pour 300 ans : 1, 12, 23, 4, 15, 26, 7, 18, 29, 10, &c. Cet arrangement étoit simple & ingénieux ; mais il fut troublé par les bissextils que l'on retranchoit chaque centième année pendant trois siècles de suite. L'ordre & la suite des lunes, leur renouvellement étoit dérangé : l'année ayant un jour de moins, toutes ces phases arrivoient un jour plus tard, & l'épacte, à la fin de l'année, diminuoit par conséquent d'un jour. Mais comme cette suite n'étoit interrompue qu'une fois en 100 ans, & restoit ensuite constante pendant un siècle entier, Luilius imagina qu'on pourroit employer la même suite d'épactes, en les diminuant toutes d'une unité ; alors cette suite seroit pour le siècle subséquent. Luilius apperçut que malgré toutes ces variations il n'y avoit que trente suites possibles de ces nombres. En effet, en augmentant ou diminuant les 19 épactes que nous avons marquées, la première par exemple 0, elle ne peut subir que 30 changemens depuis 0 jusqu'à 29, puisqu'au delà de ce nombre, on revient à 0 : il suffisoit donc d'indiquer par une table, laquelle de ces trente suites devoit servir pour chaque siècle, en ayant égard au jour dont on doit augmenter les épactes tous les 312 ans & demi, à cause de l'irrégularité de la méthode métonienne ; & aux trois jours qu'on doit retrancher des épactes, dans le

cours de quatre siècles, pour avoir égard à la correction de l'année solaire. Voilà sur quoi est établie la règle de l'église, & ce qui compose le fameux calendrier grégorien, 1°. une table de 30 suites chacune de 19 épaques; 2°. Une table pour montrer celle de ces suites dont on doit faire usage dans le siècle où on se trouve; 3°. enfin le quantième de la période de Méton, ou le nombre d'or, pour indiquer celle des 19 épaques qui appartiennent à l'année.

§. XII.

GRÉGOIRE XIII, ayant consulté les Princes de sa communion pour s'assurer de leur consentement, abolit par un bref, au mois de Mars 1582, l'usage du calendrier julien & substitua l'usage du nouveau calendrier, nommé depuis, & en son honneur, le calendrier grégorien. Il ordonna qu'on retrancheroit dix jours de l'année alors courante, pour se retrouver d'accord avec le ciel, & ramener l'équinoxe au 21 Mars, au jour fixé par le concile de Nicée. Le mois d'Octobre n'eut que 21 jours; on passa tout de suite du 4 au 15. Le Pape ordonna aux ecclésiastiques de se conformer à cette manière de compter, & il exhorta les Princes chrétiens à la faire recevoir dans leurs états. Mais tous les Princes protestans s'y refusèrent. La religion réformée étoit nouvelle, le zèle étoit ardent, & les haines vigoureuses; on ne voulut point d'une chose utile, émanée du parti contraire. Ce qui prouve que sur une partie de la terre, également habitée & civilisée, malgré les liaisons de la politique & du commerce, les communications peuvent encore être difficiles. De là naquit une différence dans les dates; il y eut le vieux & le nouveau style, la moitié de l'Europe comptoit 10 ou 11 jours de moins que l'autre. Les états protestans ne font point usage encore de la partie de ce

D d d ij

calendrier qui règle la pâque ; ils se servent du calcul astronomique pour la régler. Mais les Anglois ont adopté le nouveau style en 1752 , après l'avoir rejeté pendant 170 ans. L'Europe entière l'a reçu , à l'exception de la Russie , qui seule s'y refuse encore. Le préjugé ne résistera pas sans doute long-tems dans un pays gouverné & éclairé par l'Impératrice Catherine II.

§. XIII.

Le calendrier grégorien eut beaucoup de contradicteurs ; il fut attaqué par Mœstlin , par Scaliger , par Viète. Luilius mort ne pouvoit plus le défendre ; mais Clavius , qui avoit été chargé de tous les calculs nécessaires à la perfection de ce calendrier , composa un grand ouvrage pour l'expliquer , & combattit victorieusement tous ses adversaires. Ce n'est pas que ce calendrier soit sans défaut ; dans le tems de la réformation , les nouvelles lunes anticipoient de quatre jours , on n'en retrancha que trois. Les lunes astronomiques anticipent encore d'un jour , & quelquefois plus sur celles du calendrier. Clavius montrait que cette imperfection avoit été laissée à dessein. On a voulu que les nouvelles lunes astronomiques précédassent celles du calendrier , afin que la vraie pleine lune précédât également , & qu'on ne fût pas exposé à célébrer la pâque avant cette phase. M. Cassini & M. Bianchini ne sont pas contens de cette raison. Ces deux adversaires étoient plus redoutables que tous les autres.

Le second défaut du calendrier , c'est que l'équinoxe qu'on a voulu fixer au 21 Mars , n'y est presque jamais ; l'équinoxe vrai comme l'équinoxe moyen s'en écartent également. On entend par l'équinoxe moyen , celui qui auroit lieu si le soleil avoit un mouvement uniforme ; c'est le moment où un soleil fictif , qui parcourroit l'écliptique d'un pas égal dans la même

durée de l'année , traverseroit l'équateur. L'équinoxe vrai est le moment où le soleil marchant , inégalement , se trouve réellement dans l'équateur. Or l'équinoxe moyen peut varier suivant M. Cassini (a) ; depuis le 21 Mars , deux heures après midi , jusqu'au 23 Mars sept heures après midi ; & l'équinoxe vrai précédant toujours l'équinoxe moyen d'environ 46 heures , varie depuis le 19 Mars 4^h après midi , jusqu'au 21 9 heures après midi. L'équinoxe vrai s'éloigne donc toujours en précédant le 21 Mars , jour fixé par le calendrier grégorien , & l'équinoxe moyen s'en éloigne également en le suivant. M. de Montucla (b) remarque avec raison que les réformateurs du calendrier , en choisissant le 21 Mars , semblent avoir établi un équinoxe fictif , qui tient le milieu entre l'équinoxe vrai & l'équinoxe moyen. Il n'oublie pas de remarquer que l'intercalation des Perses , dont nous avons parlé (c) , est beaucoup plus parfaite ; elle ne permet pas ces grandes excursions : au bout de 33 ans , l'équinoxe revient dans le calendrier à la place qui lui a été assignée. Mais les Perses ne songeoient qu'à l'année solaire ; il a fallu concilier ici les mouvemens du soleil avec ceux de la lune. Ce fut dans tous les tems , comme nous l'avons dit , le chef-d'œuvre des mains les plus habiles ; d'ailleurs le calendrier grégorien a l'avantage , malgré ces défauts , de servir de règle & de loi pendant un grand nombre de siècles. La tâche de cette réformation étoit difficile ; les réformateurs n'avoient que le choix des inconvéniens & des défauts : ils ont préféré les moins considérables , & nous devons leur pardonner ceux qu'ils ont été forcés de conserver , en considération de ceux qu'ils ont eu l'adresse d'éviter.

(a) Mémoires de l'Acad. des Sciences ,
T. VII , p. 356.

(b) Hist. des Math. Tome I , p. 593.

(c) *Suprà* , p. 251.

§. XIV.

NOUS revenons aux travaux de Tycho. Ce n'est pas sans raison qu'il entreprit de poser l'astronomie sur de nouveaux fondemens. Hypparque, qui fit le premier catalogue d'étoiles, avoit manqué son objet, ou du moins l'astronomie avoit acquis, dans les mains de Tycho, une perfection, qui rendoit insuffisantes toutes les anciennes déterminations. Tycho détaille avec beaucoup de soin & de sagacité les défauts des instrumens des anciens, ceux de leur manière d'observer, particulièrement dans la recherche du lieu des étoiles, où ils se servoient de la lune pour faire une observation intermédiaire (a). Ainsi le lieu qu'ils obtenoient étoit affecté de l'erreur de quatre observations faites avec des instrumens défectueux, de l'erreur du lieu du soleil pris dans les tables, de celle du mouvement de la lune supposé connu dans l'intervalle, & du changement de la parallaxe, assez mal déterminé par Ptolémée (b). Vénus avoit un mouvement plus lent, & une parallaxe plus petite; Tycho n'ayant pas de moyen de comparer directement les étoiles au soleil, imagina en 1582 de choisir Vénus pour faire l'observation intermédiaire (c). Il paroît s'en féliciter; il ignoroit que Waltherus avoit eu la même idée cent ans avant lui.

§. XV.

ON avoit alors la méthode d'observer l'azimuth d'une étoile, & le tems auquel elle y passe, pour en déduire sa longitude & sa latitude (d). Tycho en fit d'abord usage (e); mais le point

(a) *Suprà*, p. 106.

(b) *Progymnasiosa*, Partie I^{re}, page 106.

(c) *Ibid.* p. 111.

(d) *Suprà*, p. 374.

(e) *Progymn.* P. I, p. 109.

difficile de cette méthode, une des causes de son incertitude étoit la détermination de ce tems. Après Waltherus, le Landgrave de Hesse eut des horloges; Tycho en possédoit trois ou quatre, faites avec art; & qui marquoient les minutes & les secondes. Mais il ne pense pas que leur marche fût assez régulière pour indiquer précisément l'instant d'un phénomène (a). Il remarque qu'elles sont sujettes à varier par les changemens de l'atmosphère & des vents; même en les tenant l'hiver dans des étuves dont la température étoit uniforme. Ce n'étoit pas assez que la révolution du soleil à l'égard du méridien, ou à l'égard d'une même étoile, se fît exactement en vingt-quatre heures, on n'étoit pas encore à l'abri des erreurs; les roues, les dents pouvoient avoir des défauts, & produire des inégalités dans la durée des heures. Tycho imagina de construire une clepsidre avec du mercure, placé dans un vase de verre, percé d'un petit trou. Ce mercure, au poids de plusieurs livres, avoit été revivifié plusieurs fois, pour en séparer toutes les impuretés. Tycho pesoit la quantité écoulée dans l'intervalle d'un jour, & ensuite il faisoit une table des quantités & des poids qui devoient s'écouler dans une heure, dans une minute, dans une seconde. Il est remarquable qu'il employoit le moyen que nous avons indiqué comme ayant appartenu aux anciens, pour rendre le tems de la chute toujours égal; il avoit un autre vase plein de mercure, qui distilloit dans le premier, & servoit à l'entretenir toujours à la même hauteur. Il faisoit la même chose avec du plomb calciné, réduit en poudre. Il ne manque pas de faire, à cette occasion, des réflexions sur les propriétés astrologiques & chimiques de Mercure & de Saturne, considérés comme planètes ou comme

(a) *Progymnasmata*, Part. I. p. 109.

métaux (a). Cette mesure du tems par le vif-argent confirme, dit-il, l'apophtegme des philosophes alchimistes : *ce que cherchent les sages est dans le mercure* (b).

Tycho cependant ne se fioit pas à ses horloges & à ses clepsidres, il eut une meilleure méthode pour déterminer l'heure des observations; une méthode dont on retrouve quelque trace dans Ptolémée (c). Au moment de l'observation, il prenoit sur ses armilles équatoriennes de douze pieds de diamètre, la distance de quelque belle étoile au méridien (d). Par la révolution toujours égale de l'équateur, il savoit combien il s'écouleroit de tems avant que l'étoile passât au méridien, ou combien il s'en étoit écoulé depuis qu'elle y avoit passé. Mais le soleil y étant toujours à midi, la différence de son lieu à celui de l'étoile indique à quelle heure elle y doit paroître. Cette heure pouvoit donc être toujours connue par le calcul, & au moyen de la distance observée de l'étoile au méridien, Tycho déterminoit le tems de l'observation.

§. XVI.

TYCHO avoit commencé par se servir de la méthode des azimuths; mais il l'abandonna bientôt pour celle de Waltherus, qui consiste à déterminer la position d'un astre dans le ciel, en observant sa distance à deux autres astres connus. Cette méthode, qui n'emploie point le tems comme celle des azimuths, sera d'autant plus exacte que les instrumens seront meilleurs. Tycho imagina le sextant, dont l'arc n'a que 60 degrés, au lieu que le quart de cercle en a 90. Ces instrumens étant supposés de

(a) Les chimistes sont convenus de désigner les sept métaux par le nom des sept planètes. Mercure représente le vif-argent, Saturne, le plomb, &c.

(b) *Progymnasmata*, Partie I^{re}, page 110.

(c) *Infrà*, Eclairc. Liv I, §. 25.

(d) Tycho, *Histoire céleste*, p. 801.

la même grandeur, le degré a plus d'espace sur le sextant, & souffre des subdivisions plus petites & plus exactes. Nous disons que Tycho est l'inventeur du sextant, du moins en Europe; car il n'avoit sûrement pas entendu parler de celui que les Arabes avoient fait construire 500 ans avant lui, & il paroît être le premier des modernes qui s'en soit servi. L'instrument étoit attaché sur un globe mobile, qui plaçoit l'arc du sextant dans un plan céleste quelconque (a). Cette disposition est nécessaire pour observer les distances des étoiles qui se rencontrent dans toutes les positions & dans tous les plans possibles. Il étoit garni de deux alidades qu'on pouvoit diriger aux deux astres, & il falloit deux observateurs, afin que l'observation fût instantanée (b).

§. X V I I.

UN progrès de l'art d'observer, c'est le soin de vérifier l'instrument. Tycho ne le négligea pas, peut être à l'exemple du Landgrave ou de ses astronômes. Quel (c) qu'en soit l'auteur, ce progrès appartient au tems où nous sommes (d). Il n'est point d'opération mécanique, qui atteigne à une exactitude absolue; la main ne suit point la pensée. L'artiste le plus habile, chargé d'exécuter un instrument, s'il fait un arc de 60 degrés, le fera tant soit peu plus grand, tant soit peu plus petit, les subdivisions auront la même incertitude, & des inégalités différentes. Ces différences sont toujours petites, & à proportion de l'industrie de l'artiste, mais elles devenoient sensibles sur les grands instrumens de Tycho; elles n'étoient plus compatibles avec la perfection qu'il introduisoit dans l'astronomie. Il falloit donc que la pensée revînt sur l'instrument qu'elle avoit conçu, pour en

(a) *Infrà*, Eclaircis. Liv. VIII, §. 21.(b) *Progymn.* p. 173.

Tome I.

(c) *Infrà*, Eclairc. Liv. VIII, §. 17.(d) *Observ. Hassiacæ*, p. 7, an. 1572.

Eee.

vérifier l'exécution ; & comme l'exactitude est hors de toutes nos œuvres , comme nous n'aurions en nous-mêmes que des moyens imparfaits de juger ces imperfections , il fallut chercher dans le ciel un type , un modèle de perfection , qui n'existe que dans les ouvrages de la nature. Tous les cercles célestes ont très-précisément 360 degrés ; on imagina de choisir plusieurs étoiles , qui se partageassent le contour du ciel , & le plus près des cercles de l'équateur ou de l'écliptique. On mesura les distances mutuelles de ces étoiles , & ces distances étant rapportées par le calcul à l'équateur ou à l'écliptique , leur somme devoit faire 360 degrés ; ce qu'il y avoit de plus ou de moins , étoit l'erreur de l'instrument.

§. X V I I I.

TYCHO attribue lui-même une partie du mérite de ses observations à l'excellence de ses instrumens , dont quelques-uns donnoient une précision de 10 secondes. Mais il avoit un autre avantage , c'est celui des méthodes qu'il inventa. Il commença tous ses travaux à Uranibourg , par l'observation qui doit précéder toutes les autres ; c'est celle de déterminer la position des cercles de la sphere à l'égard de l'horizon du lieu. Il suffit pour cela de connoître la hauteur de l'équateur , ou , ce qui revient au même , celle du pôle sur cet horizon. Jusqu'alors on avoit observé la plus grande hauteur du soleil en été , & sa plus petite hauteur en hiver ; la hauteur de l'équateur tient précisément le milieu de leur différence. Cette espece d'observation avoit l'inconvénient d'exiger un intervalle de six mois , & après ce tems écoulé la seconde observation pouvoit être manquée par le mauvais tems. Tycho trouva le moyen de faire cette observation dans une seule nuit , en employant les étoiles qui sont peu éloignées du pôle , & qui ne se couchent pas. Ces étoiles passent deux fois en vingt-

quatre heures au méridien , une fois au-dessus , une fois au-dessous du pôle : en observant les deux hauteurs méridiennes , on a la hauteur du pôle , qui tient le milieu de leur différence ; on a la hauteur de l'équateur , qui est toujours à 90. degrés du pôle (a).

§. X I X.

CETTE espece d'observation , outre l'avantage d'être très-commode , puisqu'on peut la faire quand on veut , & très-exacte , parce qu'elle peut être répétée autant qu'il est nécessaire , valut encore à Tycho une découverte importante , c'est celle de l'effet de la réfraction. En comparant la hauteur de l'équateur , trouvée par l'observation des solstices , à cette même hauteur , déterminée par les étoiles circumpolaires , il vit que ces hauteurs différoient constamment de 4' , quoiqu'elles eussent été toutes prises avec des instrumens , qui étoient bien éloignés de permettre cette erreur. Il savoit que la réfraction naît des loix de l'optique ; mais jusqu'à lui tous les astronomes en avoient négligé l'effet : il le croyoit réellement négligeable , & n'imaginait pas qu'il pût produire une si grande différence. Il s'en assura par un moyen très-ingénieux , qui lui mit sous les yeux , dans un seul jour , la différence que la réfraction pouvoit introduire dans les observations des hauteurs du soleil au solstice d'été & au solstice d'hiver. Il fit construire un cercle de dix pieds de diamètre , qui tournoit sur son axe , dirigé aux pôles du monde , & qui pouvoit décrire un parallèle quelconque à l'équateur. Le jour du solstice d'été , il plaça au midi l'instrument sur le parallèle du soleil , & , en suivant cet astre jusqu'à son coucher , il put remarquer qu'en descendant vers

(a) *Progymn.* Part. I, p. 5.

l'horizon, le soleil quittoit le plan de l'instrument, & s'élevoit tant soit peu au-dessus. Enfin quand le soleil fut à la hauteur de 11° , qui est à Uranibourg celle du solstice d'hiver, il estima que le soleil étoit écarté du plan du cercle de l'instrument, & par conséquent de son vrai parallèle d'environ $9'$.

Tycho a donc la gloire d'être le premier, qui a déterminé l'effet de la réfraction, & le premier qui l'a employée pour corriger les observations; il détermina assez bien la réfraction horizontale, c'est-à-dire, celle qui élève les astres lorsqu'ils se montrent à l'horizon: c'est la plus grande. Tycho la faisoit à peu près comme nous de $34'$ (a). Mais il ne fut pas si heureux sur la cause physique de ce phénomène; il se trompa dans son explication. Tycho avoit détruit pour jamais les sphères de cristal que Purbach avoit rétablies; c'est lui qui remarqua que les comètes se mouvant en tout sens, traversant tous les cieux des planètes, ces cieux ne pouvoient être solides, ni les orbites matérielles (b). Il remit l'éther des anciens dans tous ses droits. Mais il ne lui donna point le pouvoir de faire les réfractions; & en faisant la remarque fine & vraie, que ce phénomène pouvoit être un peu différent sous d'autres horizons, à cause de quelque différence dans la constitution de l'air (c), il attribua la cause exclusive des réfractions aux vapeurs grossières, qui nagent dans l'atmosphère. Ce sont toujours les observations, les sens qui nous trompent; il ne trouvoit plus de réfraction au-delà de 45° de hauteur. Tycho pensoit que si la réfraction étoit causée par le passage de l'éther à l'air, elle s'étendrait jusqu'au zenith. Quoique ces fluides soient de nature différente, l'air va toujours en diminuant de densité, & lorsqu'il touche l'éther, il en diffère si peu, selon Tycho, qu'il n'y a pas lieu à une

(a) *Progymnasmata*, Partie première, page 39.

(b) *Ibid.* p. 31.

(c) *Ibid.* p. 39.

réfraction sensible (a). Ce qui est encore plus singulier, c'est qu'il n'en fit point une cause générale; il eut l'idée extraordinaire, que les réfractions des étoiles n'étoient pas les mêmes que celles du soleil, elles étoient toujours plus petites de $4\frac{1}{2}$ & cessoient à 20° de hauteur, au lieu que celles du soleil s'éten-
doient jusqu'à 45° . Ces limites, que la nature n'a placées qu'au zénith, étoient resserrées & ramenées jusqu'à 20 ou 45° de hauteur, parce qu'il imaginoit que les vapeurs, toujours trop peu élevées, causoient ce phénomène, qui, comme nous l'avons expliqué, tient à la densité de l'air lui-même, à l'atmosphère, & non aux vapeurs. Tycho pensoit que les réfractions des étoiles pouvoient être appliquées aux planètes, excepté à la lune, qui, à cause de sa proximité, étoit susceptible des mêmes réfractions que le soleil, & peut-être encore de plus grandes. Ainsi son opinion étoit que la distance des astres influoit dans cette affaire, & que la proximité faisoit les grandes réfractions (b). Il se méprenoit sur la cause & sur les effets. Voilà comment on n'est pas un grand homme sur tous les points, & comment l'erreur se trouve à côté de la vérité, pour s'associer avec elle.

§. X X.

TYCHO ayant observé l'obliquité de l'écliptique, ayant déterminé l'excentricité du soleil, & la longueur de l'année, construisit de nouvelles tables de cet astre, pour être en état de pouvoir calculer à tous momens son lieu dans le ciel. Il se servit de ce lieu connu, & de l'observation intermédiaire de Vénus, pour fixer le lieu de quelques belles étoiles, dont les positions lui firent trouver celles de toutes les autres,

(a) *Progymn.* P. I. p. 19.(b) *Ibid.* p. 216.

en observant avec le sextant, leurs distances réciproques. C'est par des observations répétées, par un travail énorme, qu'il parvint à dresser un catalogue de 777 étoiles dont les positions ont été établies avec le plus grand soin, & sont assez exactes pour le tems. Le Landgrave avoit aussi entrepris le même travail, mais avec moins d'étendue & un peu moins d'exactitude (a); son catalogue ne contient que 400 étoiles. Tycho se félicite d'être le premier qui, depuis Hypparque, ait exécuté la restitution exacte du lieu des étoiles (b). On n'avoit alors aucune connoissance des sciences orientales, & le catalogue d'Ulugbeg étoit inconnu en Europe. Ces déterminations conduisirent Tycho à chercher le mouvement des étoiles en longitude, ou la quantité de la rétrogradation des points équinoxiaux; il la trouva de 51 secondes par an, ou d'un degré en 71 ans, par la différences des années sidérales & tropiques, & par la comparaison des positions nouvelles des étoiles à celles de Ptolémée, d'Albategnius & de Copernic (c). Tycho n'admit point l'inégalité que Copernic attribue à la précession, pour concilier les déterminations de Ptolémée & d'Albategnius avec les siennes. Il pense avec beaucoup de justesse que l'on ne peut admettre cette grande inégalité, non plus que celle de l'année; les observations s'y refusent. Il pense qu'on doit en rejeter les apparences sur l'erreur des observations, & que s'il y a réellement une inégalité dans cette précession, elle ne peut être que fort petite; ce qui est très-vrai; au reste il s'en remet au tems pour éclaircir ces questions (d); c'est le flambeau des astronomes, & l'organe de la vérité.

Ces travaux amenerent encore une importante découverte. Tycho s'aperçut que les latitudes des étoiles, que Ptolémée

(a) *Progymn.* P. I, p. 210.

(b) *Ibid.*

(c) *Ibid.* p. 175.

(d) *Ibid.* p. 276.

regardoit comme immuables, avoient changé depuis le tems de cet astronôme, & encore plus sensiblement depuis Tymocharis & Hypparque. Il attribue avec raison ce changement à la variation de l'obliquité de l'écliptique, parce qu'il est très-considérable dans les étoiles voisines des solstices, & presque nul dans celles qui sont près des équinoxes (a). Il remarque que les configurations des étoiles n'ont point varié; tout est dans le ciel dans le même état, les étoiles, qui étoient les unes à l'égard des autres dans une même ligne droite, y sont encore, comme au tems des plus anciens astronomes. Ces étoiles n'ont donc pas quitté leur place, c'est le plan, l'écliptique auquel on les rapporte, qui a varié de position (b).

§. XX I.

TYCHO s'occupa beaucoup de la théorie de la lune, & y fit plusieurs découvertes. Nous avons dit que les anciens Hypparque & Ptolémée avoient apperçu dans les mouvemens de cette planète deux inégalités, l'une qui n'alloit jamais qu'à 5° dans les sizigies, c'est-à-dire, dans les nouvelles & dans les pleines lunes; l'autre qui s'ajoutant à celle-ci dans les quadratures, la portoit jusqu'à $7^{\circ} 40'$. Tycho en découvrit une troisième; celle-ci étoit la plus grande, dans la moitié de l'intervalle entre une nouvelle ou une pleine lune & la quadrature (c): elle va jusqu'à $40' \frac{1}{2}$. C'est ainsi que les inégalités de cette planète bizarre & rebelle au calcul, se dévoient successivement. Tycho eut donc la gloire d'avoir ajouté cette connoissance à celle des anciens; mais ce n'est pas tout. Jusqu'à lui on avoit connu le mouvement égal & uniforme des nœuds, qui s'accomplit à peu près en 19 ans. Il s'aperçut que dans

(a) *Progymnasmata*, Partie I^{re}, page 163.

(b) *Ibid.* p. 164.

(c) *Ibid.* p. 70.

le cours de cette révolution le mouvement des nœuds n'étoit pas toujours égal. On avoit cru que l'inclinaison de l'orbite étoit constamment de 5° : il vit qu'elle étoit variable, la plus petite dans les sizigies, & de $4^{\circ} 58' 30''$; la plus grande dans les quadratures, & de $5^{\circ} 17' 30''$, la moyenne de $5^{\circ} 8'$ est déterminée fort exactement ; ce qui prouve l'adresse de ce grand observateur. Ces deux découvertes sont importantes. Il eut l'idée ingénieuse de représenter ces variations des nœuds & de l'inclinaison par un seul mouvement du pôle de l'orbite lunaire dans un petit cercle (a). Mais Tycho, tout grand homme qu'il étoit, voyoit mieux les effets que les causes ; il ne paroît point avoir été doué de la faculté de généraliser ses idées. Il avoit admis des réfractions différentes pour la lune & pour les étoiles ; il admit également une équation du tems différente pour les mouvemens du soleil & de la lune (b). L'équation du tems, ou l'inégalité des jours naît, comme nous l'avons dit (c), de l'inégalité même du mouvement du soleil, de sa marche oblique à l'équateur, & presque toujours inégale sur ce cercle, qui fait la durée des jours. Le soleil changeoit-il son cours, quand il s'agissoit d'observer la lune ? Souvent les hommes ont pris leurs erreurs pour des inégalités du ciel : mais ici Tycho ne se trompoit que sur la cause, le tems mesuré par le mouvement du soleil ne changeoit pas, c'étoit le mouvement de la lune, qui étoit accéléré & retardé dans le cours d'une année. Nous dirons la cause de cette équation, elle est réelle & la quatrième équation de la lune ; elle a été reconnue également par Kepler (d), par Horroxe & par tous les astronomes, qui ont depuis examiné les inégalités de la lune.

(a) *Progymnasmatum*, Part. I, pag. 88

& 89.

(b) *Ibid.* p. 71.

(c) *Suprà*, p. 30.

(d) *Epist. Kepl. & Berneg.* p. 72.

M. de la Lande, *Astron. art.* 1449.

C'est

C'est celle que nous nommons aujourd'hui l'équation annuelle. Le tort de Tycho fut de l'appliquer au tems, qui est le même pour toutes les planetes.

Au reste, on juge bien que si Copernic, malgré la simplicité de son système, fut obligé de conserver les épicycles & les cercles entassés les uns sur les autres, pour représenter les mouvemens de la lune, Tycho, qui avoit découvert une nouvelle inégalité dans ces mouvemens, ne put rien changer, & fut même obligé d'ajouter à cette complication. Il rendit le centre de l'excentrique mobile sur un petit cercle, comme Ptolémée, & établit deux épicycles roulans l'un sur l'autre, comme avoit fait Copernic. Le centre du premier de ces épicycles est mobile dans une certaine étendue, & dans le sens du diamètre, par un mouvement alternatif & libratoire, semblable à celui d'un pendule pour représenter la nouvelle inégalité (a). Nous croyons en dire assez sur toutes ces explications fausses des phénomènes; ceux qui sont instruits de ces choses, nous entendront assez, & les autres ne perdront rien à ne pas connoître ces erreurs avec plus de détail.

Voilà ce que Tycho a fait pour la lune, & trois découvertes de cette espèce honorent assez son travail. Il paroît qu'il comptoit donner une théorie du mouvement des planetes, qui auroit completé son ouvrage intitulé *Progymnasmata*. Elle auroit eu pour base vingt-cinq années d'excellentes observations. Il ne restoit que les tables à construire, & Tycho disoit lui-même que s'il ne terminoit pas cette entreprise, il ne falloit que des calculateurs pour l'achever (b).

§. X X I I.

CE grand ouvrage des *Progymnasmata*, qui a l'objet le plus

(a) *Progymn.* p. 70.

Tome I.

(b) *Astron. instaur. mechanica.*

Fff .

valte, qui embrasse l'astronomie presque entière, a deux parties; la première traite de la nouvelle étoile de 1572; la seconde, de la comète de 1577. Tycho aperçut cette comète vers le couchant, le 13 Novembre au soir; elle parut jusqu'à la fin de Janvier 1578.

Tycho observa soigneusement cette comète, & il s'occupa, ce semble, le premier de fixer le sens de la route de ces astres à l'égard de l'écliptique. Il chercha dans quels points & sous quel angle cette route coupoit l'orbe annuel (a). Il lui trouva une parallaxe de 20' (b); elle étoit le tiers de celle de la lune, & elle enseigne que la comète, le jour où cette parallaxe fut observée, étoit environ trois fois plus loin que la lune.

Tycho donnoit aux comètes le même mouvement que les anciens Egyptiens avoient donné à Vénus & à Mercure (c). En faisant tourner ces astres autour du Soleil, il pouvoit mieux représenter quelques-uns de leurs phénomènes. Mæstlin & Cornelius Gemma mettoient aussi les comètes en mouvement autour du soleil, suivant l'hypothèse de Copernic, mais ils supposoient une orbite circulaire, & Tycho ne trouve point que ces suppositions répondent aux apparences. En effet ces deux astronomes avoient été obligés d'imaginer un épicycle, dans lequel se mouvoit la comète, & dont le centre étoit porté sur l'orbe de la comète autour du soleil, précisément à la manière de Ptolémée. Cet épicycle avoit cela de singulier, qu'il présentoit l'apparence d'une ovale; non qu'il eût réellement cette figure, mais parce que son cercle étoit perpendiculaire au plan de l'orbite de la comète. La perspective, qui, comme on fait, projete les cercles en forme d'ovale, lorsqu'ils sont vus obliquement, nous montrait l'épicycle sous cette

(a) *Progymnasmata*, Partie II, page 46.

(b) *Ibid.* p. 109.

(c) *Ibid.* p. 107.

figure, à nous, qui placés dans le plan de l'écliptique, & hors du plan de l'orbe de la comète, ne le pouvions voir qu'obliquement. Tycho avoit raison de rejeter cette hypothèse compliquée, quoiqu'ingénieuse. En supposant, comme eux, que la comète enveloppoit le soleil, dans une orbite également circulaire, il faisoit tourner cet astre lui-même autour de la terre; d'où il pouvoit résulter des positions & des distances de la comète, fort inégales & suffisantes, du moins suivant Tycho, pour satisfaire au mouvement observé (a).

§. X X I I L

PLUSIEURS observateurs, tels que Thadée Hagecius & Nolthius donnoient à cette comète une parallaxe de 5 à 6°, & la plaçoient par conséquent fort au-dessous de la lune (b). Beaucoup d'autres s'accordoient à la croire dans la sphere élémentaire. Ces parallaxes, si grossièrement défectueuses, font voir comme on observoit alors, & montrent la supériorité de Tycho sur les astronomes de son siècle. L'exactitude qu'il avoit introduite dans les observations & dans les résultats, étoit une véritable révolution dans l'astronomie.

Il prouva que cette comète, bien loin d'être sublunaire, étoit dans une région très-élevée; d'abord parce que sa route suivoit très-exactement un grand cercle de la sphere, ce qui n'arriveroit pas à un feu, allumé & abandonné au hasard dans le mouvement & dans le vague des airs; ensuite, parce que les distances de la comète aux mêmes étoiles, observées le même jour à différentes hauteurs, & observées le même jour dans différens lieux, lui ont toujours donné une parallaxe beaucoup plus petite que celle de la lune.

(a) *Progymn.* p. 141 & 150.(b) *Ibid.* p. 156, 165 & 198.

Tycho se félicite d'avoir résolu une grande question. Il étoit indubitable jusqu'à son tems, que les comètes étoient des astres produits & allumés tout-à-coup. Mais il s'agissoit de savoir si cette production pouvoit avoir lieu dans la région éthérée, ou si, comme le pensoit Aristote, elle ne pouvoit s'opérer que dans la région élémentaire & sublunaire. Tycho ayant démontré que l'étoile nouvelle de 1572 avoit sa place dans la région même des étoiles, ayant prouvé que la comète de 1577 étoit née fort au-delà de l'orbe de la lune, il s'ensuivoit que quelque chose pouvoit être produit dans ces régions élevées, contre l'opinion d'Aristote, qui pensoit que le ciel n'admettoit aucuns corps nouveaux, & qu'il étoit également incapable de génération & de corruption.

Tycho dût en effet se féliciter; il avoit fait deux grands pas vers la connoissance des comètes. Regiomontanus fut le premier qui les observa, qui inventa des méthodes propres à découvrir leur distance & leur grandeur. Tycho croyoit que ces astres s'allumoient tout-à-coup; il les regardoit comme des météores, par un préjugé dont la fin n'étoit pas encore venue; mais il leur assigna leur vraie place, en les établissant au-dessus de la lune, & leur véritable cours, en les faisant marcher autour du soleil.

§. XXIV.

REGIOMONTANUS, persuadé de l'opinion d'Aristote, que les comètes étoient engendrées dans la partie supérieure de l'air, au-dessous de l'élément du feu qui touche à l'orbe de la lune, a cru que la substance de la queue des comètes ne différoit de leur corps que par la rareté; & comme les opinions guident

(a) *Progygnn.* Parl. II, p. 54.

ou trompent les yeux, il croyoit voir ces queues toujours dirigées à l'opposite de la terre. Pierre Appien, qui vit mieux à cet égard, montra qu'elles étoient opposées au soleil. Sa remarque fut confirmée par tous les observateurs, & par Tycho lui-même, avec cette différence cependant que ce dernier crut y remarquer une déflexion. La queue & la tête de la comète lui parurent dans un grand cercle avec la planète de Vénus, & la queue plutôt opposée à Vénus qu'au Soleil. Tycho étoit trompé par ses observations (a), Appien en avoit mieux jugé à la vue simple.

§. X X V.

APRÈS cette longue suite de travaux & les éloges qui leur sont justement dûs, nous avons un reproche à faire à Tycho, c'est de n'avoir point admis le système de Copernic. Si Kepler n'eût pas suivi Tycho, si la nature n'eût pas placé un grand homme après lui, son autorité n'eût pas été balancée; son influence auroit entraîné les générations suivantes, & le vrai système du monde eût pu retomber dans l'oubli, où il a été enseveli pendant tant de siècles. Tel est le sort des grandes vérités, qui ne peuvent être tout-à-coup familières, il faut des esprits du même ordre pour les propager, & si un anneau manque à la chaîne, la transmission est interrompue. Bacon ne fut pas entendu de son tems, & Copernic trouva plus de contradicteurs que de partisans.

Tycho s'étoit convaincu de la fausseté du système de Ptolémée par une observation, où il trouva Mars plus près de nous que le Soleil; ce qui est impossible dans l'ordre des planètes établi par l'astronome d'Alexandrie. Cette vérité de fait

(a) *Progymn.* Part. II, p. 87.

détruisoit donc l'hypothèse. Il se persuada également de l'erreur du système de Copernic, parce qu'il crut appercevoir que les comètes observées en opposition avec le soleil, n'étoient point affectées du mouvement de la terre, comme cela devoit être dans le système nouveau (a). Mais on pouvoit lui dire : les comètes sont des astres encore plus nouveaux pour vous que ce système ; comment osez-vous prononcer ? Dans le cas que vous supposez, le mouvement apparent de la comète est le résultat de son mouvement propre, combiné avec le mouvement de la terre : vous connoissez celui-ci, mais l'autre, le connoissez-vous ? Dans cette position, les planètes supérieures sont rétrogrades, parce que leur marche est moins rapide que celle de la terre ; la terre les devance & les laisse derrière elle. Mais si la comète a un mouvement encore plus rapide, il peut arriver qu'elle devance elle même la terre ; elle aura le même cours que les planètes, & le système ne fera point ébranlé, quoique les phénomènes soient différens.

§. XXVI.

TYCHO rend cependant à Copernic la justice qui lui est due : il convient que son système, qui n'a rien contre les principes des mathématiques, corrige avec adresse les absurdités que Ptolémée avoit introduites dans l'ordre de l'univers ; mais il l'attaque du côté physique. Il ne pense pas qu'un corps massif & lourd comme la terre, fût propre à se mouvoir & à être agité en même tems par un triple mouvement (b). Tycho voyoit cependant Jupiter se mouvoir ; Jupiter, dont le globe propre à nous réfléchir la lumière du Soleil, doit être opaque

(a) Epist. astron. p. 149.
Astron. la Lande, art. 1085.

(b) *Progymnasmata*. Part II,
p. 95.

& massif comme la Terre, Jupiter qu'il estimoit lui-même quatorze fois plus gros que notre globe (a). Comment concevoir-il le mouvement de cette masse, en niant celui de la Terre? Ces deux idées étoient faites pour être comparées; mais l'art des rapprochemens manquoit à Tycho. Une autre difficulté qui suffisoit, selon lui, pour détruire le système de Copernic, c'est l'espace immense & inutile qu'il suppose entre la région de Saturne & celle des fixes. Aujourd'hui les comètes répondent à cette objection; elles voyagent dans ces espaces qui seroient déserts sans elles. Mais d'ailleurs qui a dit à ces philosophes que Dieu avoit également peuplé tous ces cantons de l'espace? la variété est l'ornement du monde, nous voyons le ciel inégalement parsemé d'étoiles; ici leurs globes sont pressés & ferrés, là des parties vides semblent des ombres, pour faire valoir la lumière; & dans l'ordre des planètes, la main qui a disposé toutes choses, en a mis trois, Mercure, Vénus & la Lune, dans la distance du Soleil à la Terre, tandis qu'il n'y en a qu'une dans celle de la Terre à Jupiter, qui est quatre à cinq fois plus grande; tandis que dans la distance de Jupiter à Saturne, égale à cette dernière, il n'y en a point du tout. La nature n'est connue que par la nature; il est absurde de l'opposer à elle-même.

Tycho faisoit une objection plus forte contre le système de Copernic (b). Si, disoit-il, la distance des étoiles à la terre est si grande que notre globe est absolument invisible, que l'espace enfermé par l'orbe que nous parcourons, n'est même qu'un point insensible pour un spectateur, qui seroit placé dans une étoile; comment se fait-il que nous appercevions cette étoile, comment peut-elle avoir un diamètre sensible pour

(a) *Progyma*. Part. I, p. 337, Part. II, p. 255.

(b) *Histoire des mathématiques*, Tome I, p. 566.

nous ? Elle occupe donc un espace plus considérable que le grand orbe de la terre, dont le diamètre a plus de soixante millions de lieues ; le diamètre des étoiles est donc au moins cinquante mille fois plus grand que celui du soleil. Cette conclusion paroît absurde, non qu'une masse semblable ait été impossible à l'auteur de la création ; mais l'imagination humaine, déjà étonnée, accablée de la masse du soleil, se refuse à la multiplier un si grand nombre de fois, pour former le globe des étoiles. Tycho avoit raison, l'objection étoit très-forte de son tems. Les télescopes ont fourni la solution de cette difficulté. Plus ces télescopes grossissent les objets, plus le diamètre des étoiles diminue ; elles ne deviennent enfin que des points étincelans sans aucune étendue sensible à l'œil ; s'ils sont visibles, c'est à cause de leur éclat. C'est ce qui prouve que les étoiles ont une lumière à elles. La lumière réfléchie s'affoiblit, & peut cesser d'être sensible à une distance médiocre. Les corps lumineux par eux-mêmes, ont par leur nature une lumière si vive, qu'elle se propage à des distances infinies, & qu'elle a encore de l'éclat lorsque le corps n'a plus aucune grandeur apparente.

§. XXVII.

ENFIN Tycho, après avoir détruit le système de Ptolémée, & cru détruire celui de Copernic, fut obligé de proposer le sien. Il plaça la terre immobile au centre des mouvemens de la lune & du soleil, qui accomplissent leurs révolutions autour d'elle, & au centre de la sphere des étoiles, qui tournant rapidement sur elle-même en vingt-quatre heures, entraîne toutes les étoiles, le soleil, la lune, les planetes, & fait la succession du jour & de la nuit. Les cinq planetes & les cometes tournent autour du soleil, & c'est avec ce cortège qu'il circule autour de la

la terre, c'est avec ce cortège que la sphère des étoiles l'entraîne tous les jours. Tycho avoit donc senti le mérite de la simplicité des explications de Copernic; il ne pouvoit nier que cet astronôme philosophe n'eût bien vu la cause des stations & des rétrogradations. Mais abandonnant la simplicité que ce grand maître lui avoit enseignée, il aima mieux attribuer au soleil qu'à la terre le mouvement, qui produisoit ces apparences illusoires. Il fit mouvoir ces lourdes masses des globes de Saturne & de Jupiter, autour de la masse plus lourde encore du Soleil; & cet assemblage de corps pesans circule autour de la Terre, petite & légère, placée au centre du monde, dont elle ne fait qu'une partie infiniment petite, & semblant régir tout, malgré son peu d'importance (a). Cet atôme ne se meut pas seulement sur lui-même, pour présenter ses différentes parties à l'astre qui l'échauffe & l'éclaire; c'est la sphère des étoiles qui se meut avec une rapidité infinie pour lui rendre ce service: toutes ces masses la suivent, & participent à cette rapidité; le mouvement se communique, & l'ordre se conserve, sans qu'on dise où est le lien qui unit tous ces corps, qui les empêche de s'écarter; & par quelle raison la providence divine, limitée par ce système, a tout créé, tout mis en mouvement pour la terre, & fait tant de grandes choses pour une si petite (b)!

§. XXVII.

TYCHO, il faut l'avouer, eut cependant un motif louable; c'est son respect pour la religion, & cette raison n'étoit point simulée; il avoit réellement beaucoup de piété. Il se persuada que les livres saints étoient contraires à ce système, en prenant

(a) Voyez la dernière planche, où sont représentés ces trois systèmes,

Tome I.

(b) *Progymnasmata*, Partie II, page 97.

à la lettre quelques expressions où l'écriture parle le langage vulgaire. Mais la religion, qui se propose uniquement de conduire l'homme à Dieu, n'a point pour objet de l'éclairer sur les sciences humaines. Quand elle cite leurs vérités & leurs opinions, ce sont celles du tems ; ce sont celles qui peuvent être entendues. Elle ne prévient point la postérité, & Dieu n'a employé dans ce genre d'autre révélation que celle du génie. C'étoit dès-lors le jugement de Paul III, du cardinal Schomberg, de plusieurs évêques. On s'est étonné que Tycho eût jugé autrement que ces prélats, on a pensé qu'il avoit voulu donner son nom à un système, & se faire chef de parti. Tycho en effet avoit la plus haute opinion de lui-même. Cette estime de soi est toujours liée à l'ambition, elle en est l'aliment. Dès les premiers pas dans la carrière, on voit qu'il aspirait à une réputation éclatante ; il sentoit ses forces, & voyoit en lui le réformateur de l'astronomie. Il a donc pu concevoir quelque dépit de se trouver prévenu par Copernic. Le même desir de gloire, qui lui eût fait renouveler ce système s'il avoit été oublié, le lui fit combattre dès qu'il le trouva établi. Mais qu'on n' imagine pas que Tycho fut de mauvaise foi, & parla contre sa pensée ; né avec une ame noble & généreuse, il nous paroît incapable de cette bassesse. Ces deux causes ont concouru sans doute à le précipiter dans l'erreur ; mais il en est une troisième, une plus forte, qui lui a fermé les yeux. C'est qu'alors la philosophie n'étoit pas assez avancée, & Tycho, doué de tant d'autres talens, n'a pas précédé son siècle à cet égard. Il n'avoit point une idée juste, même pour son tems, de ce qui est vraiment physique ; il n'avoit point l'esprit de rapprochement & d'analogie, qui apprécie la nature par sa comparaison avec elle-même. Nous pensons que toutes ces causes ont contribué à décider Tycho ; rarement l'action la plus simple suit

un seul motif : agités par des desirs , par des intérêts divers , souvent contrariés par la nature , croisés par nos semblables , nous obéissons à des forces qui se combinent , qui se combattent & se détruisent en partie ; la volonté n'est qu'un résultat. Tycho , meilleur physicien , eût pensé comme Paul III & comme Copernic ; mais étranger à la bonne physique , la simplicité des explications ne le toucha point : il ne fut pas ému à l'aspect de la vérité. Alors le scrupule eut plus de force dans un esprit prévenu ; un doute se joignit à l'autre. Ces ressorts ont plus de résistance que d'activité , mais leur force négative servoit ici l'ambition. La gloire du titre d'architecte du monde que Copernic avoit méritée après Ptolémée , & plus justement que lui , frappa Tycho ; ses doutes lui parurent en conséquence plus forts & plus raisonnables , & il tenta de briser l'autel de son prédécesseur pour construire le sien.

§. X X I X.

TYCHO a cherché dans quel lieu on pouvoit placer les comètes , & il s'est déterminé à les faire circuler autour du Soleil , au-delà des orbés de Mercure & de Vénus. Il remarqua qu'elles doivent avoir une plus grande vitesse apparente , quand elles sont dans la partie inférieure de leur orbite , & près de nous , que lorsqu'elles sont dans la partie supérieure , au-delà du soleil. Si l'examen des observations ne donne pas les mêmes apparences que l'hypothèse le demande , c'est , dit-il , que ces corps n'ont pas un mouvement aussi régulier que les planètes. Ce sont des astres créés pour s'éteindre ; l'uniformité , la constance , est un attribut de la durée. Ce qui est très-singulier , c'est qu'il ajoute que cette différence dans le mouvement de la comète , peut venir de ce que son orbite n'est pas circulaire & régulier comme celle des planètes ; il conçoit que sa figure

Ggg ij

peut être ovale & ressembler à celle d'un œuf. On verra par la suite que cette idée, jetée ici au hasard, étoit une espèce de divination (a).

Au reste Tycho n'a point détaillé l'explication de son système général, ni la manière dont les suppositions répondent aux apparences, comme a fait Copernic. Il comptoit en faire un ouvrage séparé. *Lorsque je traiterai des mouvemens célestes, écrivoit-il à Rhotman, astronôme du Landgrave, je ferai voir que mes hypothèses satisfont exactement aux apparences, qu'elles sont de beaucoup préférables à celles de Ptolémée & de Copernic, & s'accordent mieux avec la vérité (b).*

§. XXX.

TYCHO décrivit avec soin, dans un ouvrage particulier, les magnifiques instrumens qu'il avoit rassemblés; il y donne leur construction & leur usage: il en a fait graver les desseins. Il y a joint le plan & la position du château, qui lui servoit d'observatoire. Ces détails sont utiles & intéressans, mais on voit, en étudiant Tycho, qu'il étoit curieux de passer tout entier à la postérité. Ce livre offre, par exemple, une planche où est représenté un grand quart de cercle; le milieu de cette planche eût été vide, Tycho y a fait graver, & seulement, dit-il, pour le remplir, sa propre figure dans son habillement ordinaire, dans une attitude qui indique ses travaux. On y voit ses globes, ses pendules, ses principaux instrumens; le Roi & la Reine de Dannemarck, ses bienfaiteurs; on y voit ses élèves, observant ou calculant pour lui: enfin il a fait graver son chien, pour immortaliser tout ce qui lui appartenoit. Nous croyons

(a) *Progymnasmata*, Partie II, page 99.

(b) Tycho, *Epist. Astron.* p. 147. La Lande, *Astron.* 1082.

pouvoir nous permettre ces traits qui peignent le caractère. L'histoire éclaire par les progrès des sciences, elle instruit par les mœurs des hommes. Cette attention de Tycho sur lui-même, n'est pas une foiblesse ; s'il s'est cru digne d'intéresser, il intéresse en effet la postérité. On blâme les prétentions ridicules, on rit d'une importance sans motifs ; on applaudit à l'homme supérieur qui se rend justice.

§. X X X I.

TYCHO dévoué à tant d'importans travaux, roi d'une îlle entièrement consacrée au ciel, fixoit les regards de l'Europe : les savans faisoient le voyage pour le consulter, les grands alloient le voir par une curiosité, qui est un véritable hommage rendu aux talens. En 1590, Jacques VI, Roi d'Ecosse, venu pour épouser la sœur de Frédéric, Roi de Dannemarck, passa dans l'île d'Huene avec toute sa cour, & visita Tycho, qui rendoit cette petite cité plus célèbre que les capitales des empires. Il se fit honneur de faire des vers à la louange de cet homme célèbre, & associa les deux noms pour l'immortalité. Mais ces honneurs n'eurent qu'un tems. Tycho passa vingt années dans la paix de la solitude. Occupé de ses méditations, éloigné de la demeure du souverain, défendu par les tempêtes de la mer, dont l'effort & le bruit venoient mourir sur le rivage, il se croyoit inaccessible aux orages de la cour. Celui qui n'a de prétention que sur le ciel, pense ne faire ombrage à personne sur la terre. Les muses sont des vierges, qui n'ont point d'appas pour les courtisans. On ignore le prix de leurs faveurs ; & le bonheur de leurs amans n'est senti, ni connu de l'ambition & de la cupidité. Mais il n'est point d'asile contre l'envie ; sans doute que la félicité du sage déplaît aux méchans ; le spectacle de la paix importune leur ame agitée.

comme la vue d'un beau jour attriste l'infortuné qui n'en jouit pas. Le Roi de Dannemarck, protecteur de Tycho, mourut. On commença par retrancher les pensions qui lui étoient payées, les fonds qui lui étoient assignés pour ses conquêtes célestes. On fit plus, on osa lui défendre les travaux astronomiques & chimiques (a). C'est une étrange entreprise que celle de dire à l'esprit humain, tu t'arrêteras ici, tu resteras oisif, quoique destiné au mouvement par la nature. S'il est une perte irréparable, c'est celle du tems & des talens; car le tems ne revient pas, & les talens supérieurs sont des productions rares, qui fécondent quelques siècles pour compenser les siècles stériles. Parmi les persécuteurs de Tycho, on a cité pour cet abus du pouvoir, un ministre nommé Walchendorp (b). On doit l'immortalité aux méchans : qu'ils souhaitent d'être oubliés après la mort, c'est à nous d'intimider ceux qui vivent.

§. XXXI.

TYCHO se bannit de sa patrie, & chargeant sur un vaisseau ses meubles, sa famille, ses livres & ses instrumens, qui étoient encore sa famille & ses enfans, il se retira d'abord à Rostoch, puis dans le duché de Holstein, près de Hambourg, chez Henri Rantzow. C'étoit en 1597 (c). Le Dannemarck n'a fait tort

(a) Weidler, p. 390.

(b) *Ibid.*

M. de la Lande, *Astr. arr.* 474.

Gassendi in vitâ Tychonis Opera, T. V, p. 445.

Une querelle pour un chien blessé à la chasse, fut la cause de cette animosité. Les petites choses amènent toujours les grands maux. Les grandes dépenses du Roi pour les travaux de Tycho excitèrent aussi l'envie des courtisans; il n'y eut pas jusqu'aux médecins qui furent ses ennemis. Habile dans la chimie, il composoit des remèdes,

qu'il distribuoit *gratis*. On ne lui pardonna pas les cures qu'il faisoit. (*Gassendi*, p. 444. & 445). Mais de tous ses ennemis, ce ministre fut le plus condamnable, parce qu'un homme d'état doit être sourd à la haine & à la calomnie : il répond du mal qu'elles lui font faire.

(c) Le château d'Uranibourg ne subsista pas longtems après Tycho. Lorsque M. Huer alla en Suede, en 1652, il visita cette île célèbre; mais il n'y avoit plus que le sol, il ne trouva aucuns vestiges des murailles. Quelques habitans & un curé ne connois-

qu'à lui-même. Tycho ne pouvoit manquer de patrie, il appartenoit à l'Univers. Si l'espèce humaine a seule le privilège de vivre dans tous les climats, ce privilège appartient sur-tout à l'homme de bien qui mérite partout des amis, & à l'homme à talens, qui est accueilli partout comme un bienfaiteur. Malheur donc au pays qui méconnoît les dons du ciel, & qui persécute l'homme de tous les tems & de tous les pays. Tycho fut désiré par l'Empereur Rodolphe. Ce prince lui donna une forte pension, & lui offrit le choix dans plusieurs domaines, pour y établir son habitation & son observatoire. Rodolphe lui fit encore deux présens, en lui donnant deux coopérateurs dignes de lui; Longomontanus & le célèbre Kepler, qui venoit apprendre, sous ce grand maître, une science où il devoit se rendre immortel. Tycho resta quelque tems dans un château, près de Prague, puis ne s'y trouvant pas bien, il désira de retourner à la ville. Nous croyons appercevoir dans les dernières années de la vie de Tycho, l'inquiétude d'un esprit mal à son aise, & qui se sent déplacé. Les hommes tiennent plus à la patrie que la patrie ne tient à eux; leurs concitoyens, composés d'indifférens ou d'envieux, ne les connoissent point, ou les connoissent mal, & ne leur rendent justice qu'après leur mort. Mais l'homme tient aux lieux où il est né, par le souvenir de l'enfance & de la jeunesse; il n'oublie jamais le théâtre de ses premières affections, la carrière de ses travaux & de sa gloire; il se console de vieillir, par le spectacle des lieux où tout est réminiscence, & où il jouit encore du passé. S'il

soient-ni Tycho, ni la ville du ciel; ces noms leur étoient absolument étrangers. Un seul vieillard avoit vu Tycho & son observatoire; il se vantoit d'avoir aidé à sa construction. Voilà comment la gloire s'efface & les noms s'ensevelissent. A peine un demi-siècle étoit-il écoulé: un établissement

royal, la fondation d'un grand homme, avoient disparu, & les noms mêmes étoient perdus pour les habitans. Demandez à ces habitans où sont les connoissances amassées dans leur île; c'est un exemple en petit des changemens du monde & des révolutions de l'ignorance.

est transplanté dans des lieux étrangers, les objets nouveaux n'ont point d'attrait dans l'âge où l'on perd la sensibilité : son existence, à la fois vieille & nouvelle, lui pèse ; il ne jouit plus, & sa vie se consume par le regret. Tycho fut la victime de la haine de ses ennemis ; il ne passa que deux années auprès de l'Empereur, & quatre ans après son départ de Dannemarck, il fut attaqué d'une maladie aiguë, & mourut âgé de 55 ans, le 24 Octobre 1601. Il emporta les regrets de ses amis & des savans, qui s'affligeoient qu'une carrière si glorieuse eût été si-tôt bornée. On a recueilli ses dernières paroles ; elles sont l'expression d'un sentiment profond d'estime & de justice. La nuit qui fut la dernière pour lui, il fut agité d'un transport violent ; mais le souvenir de ses travaux dominoit son imagination égarée, il en voyoit sans doute le terme : il regarda sa vie, & se consola de mourir, en répétant plusieurs fois, *je n'ai pas inutilement vécu (a).*

(a) Snellius, *Observationes hassiacæ*, p. 84.



DISCOURS



DISCOURS

SUR L'ASTROLOGIE

DU TEMS DE TYCHO.

LA diversité des opinions est infinie , les conceptions sont aussi différentes que les traits des physionomies ; sur une matiere donnée , autant d'hommes , autant d'idées : les idées extrêmes existent à la fois , & les esprits se partagent toutes les nuances. Dans cette multitude où tout differe , où rien ne se ressemble , comment saisir , comment fixer l'opinion d'un siecle ? Ce n'est pas sur la croyance des grands , qui sont plus hommes que les autres , c'est-à-dire , plus foibles & plus superstitieux , parce qu'ils ont plus à perdre ; ce n'est pas sur la croyance du peuple , qui est stupide & crédule , & chez qui presque toutes les opinions deviennent des erreurs. Avant tout , il faut épurer ce qu'on veut examiner. Si l'on cherche les propriétés de l'air , il faut l'aller prendre sur les montagnes , & non dans les plaines humides , où il est altéré par des vapeurs grossieres ; quand les liqueurs reposent , le limon se précipite , & les esprits montent à la surface. Il faut donc laisser reposer la masse des opinions , comme les fluides que l'on veut purifier. Les idées populaires ne sont que le sédiment , qui encrasse le fond du

Tome I.

Hhh

vase ; la vraie opinion d'un siecle est dans la tête des grands hommes qu'il a produits.

L'opinion du siecle de Tycho ne doit être , suivant nous , que l'opinion de Tycho même ; car il faut avouer que ce grand homme fut astrologue & superstitieux : placé entre les astrologues ignorans , ses prédécesseurs , & les astrologues éclairés , que ses travaux devoient former , il avoit encore un pied dans le borbier de l'ignorance , quoiqu'il se fût agité pour en sortir. La jeunesse de Tycho fut infectée de l'astrologie ; mais le premier dans un siecle qu'il élevoit avec lui , il n'a dû garder de cette erreur que ce qu'il a été forcé d'en retenir : sa croyance est celle à laquelle il n'a pu échapper ; c'est donc la croyance qui appartient essentiellement au siecle. Il tenoit à l'astrologie par le principe qui l'a fondée , par l'opinion que les choses humaines sont sujettes à des vicissitudes & à des retours , & que les constantes révolutions des astres , qui s'achevent en même tems , peuvent y avoir été liées dans le grand dessein de l'Être suprême.

Les tems , qui précéderent Tycho , furent fertiles en fameuses prédictions. Nous avons parlé de celle d'une destruction générale du monde , annoncée par tous les astrologues pour l'année 1186 ; prédiction qui répandit la consternation dans l'Europe (a).

Stoffler , astrologue Allemand , se hasarda encore à prédire un déluge qui devoit arriver l'an 1524 , en même tems que la conjonction des trois planetes supérieures dans le signe des poissons (b). Mais le genre humain échappa , en 1524 , à ce prétendu déluge (c) , comme en 1186 il avoit échappé à la

(a) *Suprà* , p. 245.

(b) Bayle , *Art. Stoffler*.

(c) La consternation ne fut pas moins

grande. Ceux qui habitoient près de la mer & des rivières , abandonnoient leurs maisons , & venoient à vil prix leurs champs ,

destruction générale. Ces prédictions éclatantes, qui ne s'étoient point vérifiées, ne laissoient pas que de dégouter les astrologues. Ils sentirent qu'on peut abuser de la crédulité ; ils furent assez prudens pour ne plus hasarder ces prédictions générales. Ceux qui étoient honnêtes gardèrent le silence, pour ne pas compromettre l'honneur de l'art ; & les fripons penserent qu'il y avoit plus de profit & de sûreté à tromper les hommes en particulier & en secret.

Lorsque l'étoile de 1572 parut tout-à-coup dans la constellation de Cassiopée, cet astre nouveau, éclatant, sembloit annoncer à la terre des événemens aussi singuliers, aussi rares que son apparition, & dont l'importance étoit marquée par l'éclat du phénomène. Le Landgrave de Hesse pressoit les astrologues de déclarer les présages de cet astre ; la plupart s'en excusoient (a) : on sentoit le foible de l'art, on en soutenoit la théorie ; mais en s'éclairant, on en abandonnoit la pratique. Cependant les imaginations effrayées crurent que cette étoile étoit celle qui jadis conduisit les Mages, & que sa nouvelle apparition annonçoit la fin du monde & la seconde venue du Messie. Théodore de Beze paroît avoir adopté cette opinion. Hainzelius, l'ami de Tycho, pensa que cette étoile pouvoit être la même, qui brilla au tems de Claudien : son apparition fut suivie de grandes calamités, les Goths se jeterent sur l'Europe ; & son retour faisoit craindre les mêmes malheurs. Hainzelius a la bonne foi de rapporter qu'un philosophe

& leurs meubles. Les acheteurs étoient donc moins crédules ; les opinions & les frayeurs varioient suivant les têtes. Le grand chancelier de Charles - Quint consulta Pierre Martyr, qui lui répondit que le mal ne seroit pas aussi grand qu'on le faisoit, mais que sans doute ces conjonctions des planètes produisoient beaucoup de désordres.

Le duc d'Urbain eut besoin qu'un philosophe, Paul de Middelbourg, prouvât dans un ouvrage imprimé que la crainte de ce déluge étoit mal fondée. Beaucoup de gens avoient préparé des bateaux pour se sauver ; d'autres se retirèrent sur les montagnes. (Bayle, *Art. Stoffler. Rem. B.*)
(a) Tycho, *Progymn. Part. I. p. 38.*

H h h ij

d'Italie (a) se moquoit de ces présages & de l'influence des astres pour changer les choses humaines. La terre est si vaste qu'elle est toujours fertile en événemens. Les guerres s'allument en même tems que d'autres guerres finissent ; la prospérité & la décadence arrivent à la fois sur ce grand théâtre. Dans le nombre des princes du monde, chaque année en voit naître & mourir ; il n'y a donc rien que de naturel si ces vicissitudes suivent l'apparition d'une comete ou d'une étoile. Les Rois meurent, les cometes se montrent ; c'est l'accomplissement des loix de la nature. Alors les princes avoient des astrologues gagés (b), le peuple étoit plongé dans des craintes absurdes & des superstitions grossieres ; la classe moyenne, celle que sa médiocrité éloigne des écarts & rapproche de la raison, étoit persuadée de la réalité de l'astrologie, de la vérité de ses prédictions, & sur la foi de vains calculs, se livroit à la crainte & à l'espérance : & lorsque Tycho, l'homme le plus distingué de son siècle, étoit assez superstitieux pour prévoir que la troisieme septenaire, la vingt-unieme année de son séjour dans l'isle d'Huene, seroit l'époque de quelque changement (c) ; lorsque parmi les raisons, qui le déterminèrent à fixer le lieu des étoiles, il place la raison de leurs effets astrologiques (d), un philosophe seul, ou presque seul, s'élevoit en Italie contre ces erreurs. Elles font la misere de

(a) Il se nommoit Guilandini.

(b) Il y a mille exemples de la faveur des astrologues auprès des princes & des grands. Cette faveur dura jusques dans le siècle suivant & dans les commencemens du regne de Louis XIV. M. de Chavigny, secrétaire d'état, suivoit les conseils de Morin, Astrologue de ce tems, connu aussi par la prétendue découverte des longitudes. Ce ministre parloit pour ses voyages à l'heure & à la minute que l'astrologue avoit réglés.

Desservi près du cardinal, ce fut encore Morin, qui lui indiqua l'heure qu'il devoit choisir pour être bien reçu. Enfin Vautier, médecin de Louis XIV, forma le projet de faire créer en faveur de Morin une charge d'astrologue du Roi, & de le donner sous ce titre, pour adjoindre aux médecins de la cour. La chose n'eut pas lieu, mais elle fut projetée. (Bayle, *Art. Morin. Rem. F & G*).

(c) *Astron. instaur. mecanica.*

(d) *Progymnasmata*, P. I, p. 105.

l'esprit humain ; elles doivent consoler la médiocrité humiliée , & modérer l'orgueil du génie. Mais Tycho n'écouloit pas le philosophe , & Hainzelius répondoit à ses raisons avec une piété , qui méritoit d'être mieux employée (a). L'aveuglement de ces hommes estimables étoit tel qu'ils employoient la religion pour soutenir une erreur née du matérialisme , pour faire admettre une science , qui va contre la providence , si l'influence des astres a une force irrésistible ; une science vaine & ridicule , si l'homme a le pouvoir de modifier cette influence , & d'en détourner les effets.

Sans doute que Tycho s'étoit aperçu du discrédit des prédictions ; sans doute que l'astrologie étoit menacée , puisqu'il entreprit de la défendre. C'est une fâcheuse nécessité que celle des apologies ; mais Tycho étoit si persuadé de la vérité de l'astrologie , que faisant un éloge public de cette science prétendue dans un discours sur les sciences mathématiques , il ose la placer parmi elles (b). Ses pensées nous montreront comment cette erreur pouvoit séduire alors , & ce qu'elle offroit de plus raisonnable aux bons esprits. C'est un spectacle intéressant , de considérer un grand homme aux prises avec la raison.

Il n'entreprend pas seulement de reconcilier l'astrologie avec la religion , il se propose de l'établir par la foi & par la raison , qui sont les guides de l'homme sur la terre. Nier la force & l'influence des astres , est , dit-il , détruire la sagesse & la providence de Dieu ; c'est contredire l'expérience : Dieu n'a rien fait envain ; ses ouvrages sont utiles autant que magnifiques. L'homme dans ses œuvres petites & bornées , a toujours un but ; que deviendrait la sagesse suprême , si Dieu avoit jeté

(a) *Progymnasmata* , P. I , p. 331.

(b) Tycho, *Orat. de discipl. mathem.* Ce

discours fut prononcé dans l'Université de Copenhague en 1574.

les astres sans nécessité & sans dessein dans les espaces de l'univers. Le ciel est une horloge constante & perpétuelle : le ciel enveloppe la terre, & dans l'hypothèse de Tycho, il tournoit autour d'elle pour mesurer les jours ; la lune renouvelle ses phases pour indiquer les semaines ; le soleil & la lune parcourent leurs orbes pour faire les mois & les années. Mais les cinq autres planetes, qui accomplissent leurs révolutions avec la même régularité & la même constance ; cette multitude d'étoiles dont le ciel est orné avec luxe, quels sont leur utilité & leur usage, si les vues de Dieu sont remplies par les deux grands luminaires, qui éclairent le jour & la nuit, & par leurs révolutions successives & enchaînées, qui déterminent les tems ? Hé quoi ! Les minéraux, les métaux ont leurs propriétés ; les insectes, les reptiles ont leurs vertus ; il ne croît pas un brin d'herbe inutilement sur la terre : tout y est lié par une dépendance, par des besoins réciproques ; les êtres naissent & meurent ensemble, ils vivent les uns pour les autres, & tout marche vers l'accomplissement d'un grand & unique dessein, à l'exception de ces corps énormes, qui roulent sur nos têtes, & qui par leur masse & leur éclat sont les produits les plus considérables de la création ! Les plantes, les animaux composés d'éléments destructibles, sont dissous plus tôt ou plus tard, mais nécessairement suivant leur destinée. Tout ce qui est utile périt, il n'y a de permanent & de durable que ces corps célestes qui sont inutiles ; tout existe pour produire, eux seuls sont oisifs & infconds dans la nature (a).

Mais on pouvoit répondre à Tycho, c'est votre système erroné qui vous égare ; vous avez placé la terre au centre du monde, vous voulez également que l'homme, qui habite cette

(a) Tycho, in *Oratique*, p. 16.

terre, soit le but de toutes les choses créées. Le ciel & les astres ont été faits pour lui, puisqu'il en jouit : mais toutes les parties de la nature ont été faites ainsi les unes pour les autres. nous rendons à ces astres la lumière que nous en recevons ; qui vous a dit que leurs globes ne sont pas peuplés comme le nôtre ? Voilà leur utilité : elle multiplie les actes de la divinité, en même tems qu'elle étend son empire ; elle aggrandit l'idée de Dieu, qui vous est permise, elle aggrandit le monde qui est son ouvrage, elle aggrandit votre esprit qui la conçoit. Cette opinion n'est pas nouvelle, c'est celle de Démocrite & des anciens philosophes : mais cette opinion, qui ne peut être démontrée que par l'analogie, fût-elle aussi fausse qu'elle est vraisemblable ; ces globes fussent-ils déserts ; il est sur la terre des especes qui semblent n'exister que pour elles-mêmes, des êtres qui passent sans vous avoir été utiles : c'est que l'homme, à qui Dieu a livré la nature, ne l'a pas encore assujettie toute entière. N'est-ce pas une démente, de suppléer une utilité inconnue par une utilité imaginaire !

Dieu, continue Tycho, a posé les astres dans le ciel, non comme des signes de ses desseins secrets, de ses vengeances, ou des châtimens extraordinaires dont il afflige l'humanité ; les astres, dont nous étudions les mouvemens, ont une marche réglée, toujours semblable à elle-même : ce sont les témoignages de sa volonté permanente, de sa bonté, & non de sa colère ; ils annoncent les vicissitudes ordinaires des choses. Doués par lui de cette vertu, dès le commencement du monde, l'enchaînement de leurs aspects n'en est que l'expression. Dieu pouvoit tout faire par lui-même dans l'univers, éclairer la terre sans soleil, arroser les plaines sans pluies, nourrir l'homme sans alimens, & le défendre du froid, quoique nud & sans vêtemens ; mais il a voulu que les êtres agissent, il a donné les

besoins & les ressources ; tout s'opere par les causes secondes ; & si Dieu n'agit pas toujours immédiatement , pourquoi la terre ne pourroit-elle pas être gouvernée par le ciel (a) ? Pourquoi ce ciel ne seroit-il pas un grand livre , où l'histoire complete du monde seroit écrite ?

Nous répondrons à Tycho : sans doute cela n'est pas impossible ; Dieu a pu le faire , mais ce n'est pas une raison pour qu'il l'ait fait. Il a pu écrire de même l'histoire & la destinée du genre humain dans l'ordre des cailloux , qui sont semés au hasard dans les campagnes , dans le nombre & l'arrangement des feuilles des arbres , dans le tissu de leurs fibres ? Vous ne prétendez pas cependant que cela soit. La raison vous enseigne que tout est possible à Dieu ; mais dans les choses , qui ne sont pas révélées , l'expérience seule peut vous apprendre ce qu'il a fait ; c'est donc l'expérience qu'il faut consulter ; Tycho la croyoit également favorable à ses principes.

En effet le soleil est la source de la chaleur & de la vie ; c'est sa présence , sa hauteur sur l'horizon , sa marche oblique dans le zodiaque , qui regle & distingue les saisons. La lune , dit l'astronome trompé par l'expérience , influe sur la cervelle des animaux , sur la moëlle de leurs os , sur la sève des arbres , sur les chairs des écrevisses & des coquillages ; ces substances croissent & décroissent avec elle (b). Puis s'élevant à la vérité par une observation plus sûre , il ajoute que le flux & le reflux de la mer dépendent du mouvement de la lune ; les eaux liées , comme par une chaîne , aux pas de cette planète , s'élèvent lorsque la lune monte sur l'horizon ; elles s'arrêtent quand l'astre arrive au méridien ; elles retombent quand il s'abaisse & descend vers l'occident. Cette

(a) Tycho , in *Oratione* , p. 18.

(b) C'étoit un préjugé de ce tems-là ,
vicissitude

vicissitude se renouvelle lorsque la lune passe au méridien dans l'hémisphère opposé. Ces phénomènes sont plus sensibles quand la lune agit avec le soleil (a) dans les nouvelles & pleines lunes ; ils sont plus foibles & plus lents dans les quadratures. L'action des astres sur la terre est donc ici marquée ; le gonflement de l'Océan est une suite de leur empire ; le mouvement du soleil, les deux mouvemens de la lune se propagent & pénètrent dans les profondeurs de la mer ; mais ce n'est pas tout. Les matelots & les laboureurs ont remarqué par des observations répétées, que le lever & le coucher de certaines étoiles amenoient des ouragans & des tempêtes. (b). Des gens plus instruits & plus réfléchis, tombés dans l'erreur, où ils entraînoient Tycho, ont prétendu reconnoître que les conjonctions mutuelles des planetes, leurs conjonctions avec les deux luminaires, ou leur rencontre avec les étoiles, produisoient d'autres phénomènes. Les conjonctions de Vénus & de Mars causent les pluies & les tonnerres ; Jupiter & Mercure, unis, élèvent les vents & les tempêtes ; le Soleil, joint à Saturne, rend le ciel nébuleux & triste (c). De là naît la prodigieuse variété des choses d'ici-bas ; c'est pourquoi les saisons des années consécutives ne se ressemblent point. Le soleil recommence la même marche tous les ans, & ramene constamment la chaleur & la végétation ; les étoiles se lèvent & se couchent à-peu-près aux mêmes jours des mêmes saisons ; les phénomènes de leur influence séparée doivent avoir la même constance. voilà donc, d'une année à l'autre, tout ce qu'il y a de semblable. Mais la rencontre du soleil & de la lune ne se fait pas

(a) *Infra*, Tome II.

(b) Il est question du lever & du coucher héliaque, dont il a été parlé dans l'Astronomie ancienne, page 14.

(c) Toutes ces prétendues remarques ne

sont rien moins que vraies. Il paroît constant que le soleil & la lune agissent sur notre atmosphère comme sur la mer : mais l'effet des petites planetes est aussi inconnu par l'expérience que par la théorie.

aux mêmes jours des mêmes saisons ; en conséquence les phénomènes sont différens. La marche plus lente des autres planètes , la combinaison de leurs aspects avec la multitude des étoiles , fait varier à l'infini tous les phénomènes qui en dépendent ; ils ne peuvent donc être semblables & revenir les mêmes qu'après des périodes très-longues. Tycho , en attribuant quelque vertu aux étoiles fixes , pensoit qu'elles avoient besoin d'être stimulées par les planètes ; & en usant d'une comparaison très-extraordinaire , il les regardoit comme des femelles que les planètes , faisant les fonctions de mâles , fécondoient à leur passage ; les produits de ces amours étoient continuellement versés sur la terre (a).

Mais parmi ces conjonctions , les plus puissantes sont celles des planètes lourdes & massives ; elles causent de grandes calamités sur le globe. Aussi celle de 1563 étant arrivée près de la Nébuleuse de l'Écrevisse , amas d'étoiles dont l'influence , suivant Ptolémée , est suffocante & pestilentielle , cette conjonction fut suivie d'une peste qui se répandit dans toute l'Europe , & enleva un grand nombre de ses habitans. Ainsi cet événement funeste devenoit pour Tycho la preuve trop certaine de l'influence des astres (b).

C'est par une infinité d'observations vaines & de remarques puériles , par le concours fortuit des événemens humains & des phénomènes célestes , que l'astrologie s'appuyoit de l'expérience. Tout homme vante son expérience ; la vieillesse se console avec elle : c'est tout ce qui lui reste du tems , des années écoulées & de sa vie presque éteinte. Mais il ne suffit pas aux vieillards d'avoir beaucoup vu pour connoître ; il en

(a) Tycho, *Progymnasmatum*, I^{re} partie, page 105.

Oratio de Disciplinis mathem. p. 22.

(b) *Oratio ibidem*.

est tant parmi nous, à qui la terre & le ciel offrirent en vain leurs beautés & leurs phénomènes, à qui le monde prodigua sans fruit ses exemples & ses leçons : le flambeau de l'expérience luit pour tous les hommes ; mais tandis qu'il guide le petit nombre par une lumière forte & vive, il ne répand pour tous les autres qu'une lumière incertaine & trompeuse. Remarquons que la marche du raisonnement de Tycho confirme pleinement ce que nous avons conjecturé dans notre premier discours sur l'astrologie. C'est par l'astrologie naturelle qu'on est arrivé à l'astrologie judiciaire ; de quelque cause que vienne l'influence du soleil & de la lune sur les eaux de la mer, cette influence est évidente. Si ces astres, par leur masse & par leur gravité, agissent sur ce fluide, pourquoi n'agiroient-ils pas sur le fluide de l'air, qui par sa nature est plus compressible ? Déjà plusieurs phénomènes du cours & des retours des vents obéissent à l'action de ces astres (a). Cette action étant une fois admise, celle des autres planetes, quoique moins sensible, n'en est pas moins réelle ; mais la multitude, la complication des phénomènes rend la recherche des causes infiniment difficile. Il faut séparer ces causes, en déterminer l'intensité ; ce sera le travail des siècles & le fruit des observations suivies & répétées. En attendant, quoiqu'il n'y ait peut-être point d'erreur dans les principes, les prédictions destituées de tout fondement, sont fausses & insensées.

Mais l'homme, demandera-t-on à Tycho, est-il assujéti à ces influences pénétrantes ? Tycho (b) n'hésite ; pas il parvient à cette idée par le passage naturel d'une astrologie à l'autre, & de la manière que nous avons déjà exposée. L'homme est

(a) M. d'Alembert, *Recherches sur les causes des vents.*

(b) In *Oratione de Disciplin. mathemat.* page 22.

formé de terre & des autres élémens ; si les parties qui le constituent obéissent au pouvoir des astres , comment n'y feroit-il pas soumis lui-même ? Il est debout au milieu de l'atmosphère, il est entouré, pressé, nourri par elle ; la chaleur le brûle, le froid le glace, le poids de l'air l'accable : des sensations si puissantes ne modifieroient-elles pas son être ? Il n'est point d'aliment dont l'homme use plus fréquemment que de l'air. Cet air entre par tous les pores, il entretient la vie, il porte dans les poulmons un baume, qui répare le sang appauvri dans son cours. Les anciens philosophes ont cru que par une raison secrète, l'homme dépendoit plus du ciel que de la terre ; ils ont été jusqu'à dire que les âmes étoient une portion du ciel même. En effet, ajoute Tycho, la structure du corps humain est si analogue aux propriétés des sept planètes, que la nature répète en petit, dans chaque machine abrégée, les grandes opérations qu'elle exécute dans l'espace, où elle fait mouvoir les planètes. C'est pour cette raison que l'homme a été appelé *microcosme* ou *petit monde*. Nous avons, comme l'univers, sept ressorts principaux ; le cœur, source des esprits vitaux, est comparé au soleil, d'où procède la chaleur vivifiante ; le cerveau est assimilé à la lune ; il croît & décroît avec elle. Ces deux viscères ont dans le corps humain le même rang & la même importance que les deux grands luminaires ont dans les choses célestes. Le cœur d'où naît le mouvement, le cerveau, d'où partent les idées, ont la liaison la plus intime, comme le soleil & la lune ; qui se suivent & s'atteignent pour recommencer ensemble leurs cours. Le foie & les reins, viscères moins considérables, mais non moins utiles, se rapportent à deux planètes bienfaisantes. Le foie, où se prépare le sang, qui fait la vie, est soumis à Jupiter, planète sanguine & vitale ; les reins, où est le réservoir de la

reproduction, dépendent de Vénus, planète prolifique & mère, des générations. La rate & le fiel (a), destinés à des fonctions moins nobles, sont abandonnés à des planètes inférieures & moins bienfaisantes; la rate, le dépôt de la bile, subit la loi de Saturne, astre sombre & mélancolique, & le fiel, domicile de la colère, est sous l'empire de Mars, astre impétueux & courroucé. Il reste le poumon, qui, agile comme Mercure, est sujet aux mêmes vicissitudes; placé dans une agitation continue au milieu de la poitrine, où il enveloppe le cœur, il pompe l'air pour le ranimer; semblable à Mercure qui préside au vent, & qui, errant autour du Soleil, se transporte de tous côtés pour exécuter ses ordres: on s'étonne qu'un homme d'un mérite rare & reconnu, comme Tycho, ait débité sérieusement de pareilles inepties. Il enchérit encore, ce semble, en ajoutant, pour achever la comparaison, que le poumon sert à la voix & au langage, comme Mercure, parmi les planètes, fait la fonction d'orateur, & préside à la parole (b). Peut-on voir un mélange plus complet de la mauvaise physique des anciens, de leur mythologie fabuleuse, de la manie de trouver partout des rapports & des ressemblances, & du préjugé absurde, que les astres ressentoient avant nous les passions humaines, & les versaient sur nos têtes.

Nous ne suivons point Tycho dans le détail des configurations des planètes. La Lune jointe à des astres malfaisans, fait les cerveaux foibles; & lorsque Mercure ne la regarde pas, les enfans naissent stupides. Saturne, la plus élevée des planètes, donne l'imagination & le génie. Le Soleil qui tient le premier rang, fait les ambitieux, &c. (c). On conçoit

(a) C'est de la vésicule du fiel dont il est ici question.

(b) Tycho, *Oratio*, p. 23.

(c) Tycho, *Ibid.* p. 25.

comment , suivant ces hypothèses , les astres , en s'approchant , en mêlant , en tempérant leurs influences , produisent la diversité des caractères & des fortunes. Mais on demande à l'apologiste de l'astrologie comment les jumeaux , nés presque au même tems , & ce qui est plus pressant , comment deux enfans , qui voyent le jour au même instant , ont des passions diverses & des fortunes si peu semblables ? Comment une multitude d'hommes , qui périssent ensemble par la peste , par la guerre , ou par quelque calamité , peuvent avoir ainsi le même sort , quoique nés en différens tems & sous des astres divers ? Les philosophes objectent que cet art ne peut avoir des principes certains. Il est impossible de connoître le vrai moment de la naissance , encore moins celui de la conception. On ajoute que les oracles de cet art , fussent-ils vrais , sont inutiles & toujours fâcheux ; en affligeant le présent des maux de l'avenir , ou en ôtant aux biens futurs cette arrivée imprévue , qui les rend plus touchans. On dénonce la science même ; elle est impie , elle est condamnée par l'écriture , elle détourne les hommes de la connoissance de Dieu (a). Tycho , hardi & fort comme s'il eût eu raison , au milieu de cette foule de difficultés , n'est pas embarrassé de les résoudre. Il ne faut point juger , dit-il , de ce qu'on ne connoît pas ; l'écriture n'a pas interdit la science de l'astrologie ; elle en a condamné l'abus. On cherche à connoître l'avenir pour s'y préparer , ou pour le changer , comme on use des remèdes de la médecine pour se guérir. Ce n'est point aller contre la providence , ce n'est point manquer de confiance en Dieu ; il veut lui-même que l'on use des ressources qu'il a données. La morale demande que l'avenir ne soit pas imprévu ; cette connoissance modère les passions , elle partage

(a) Tycho , *Oratio* , page 18.

la douleur , le désespoir , la joie sur un espace de tems plus considérable ; l'ame n'a plus de secousses violentes , elle persévère dans cette situation constante & tranquille , qui fait la sagesse. Après ces sophismes , Tycho avoue que les principes de l'astrologie ne sont pas faciles à comprendre comme ceux de la géométrie & des sciences mathématiques. Les prédictions astrologiques n'ont point la certitude des annonces astronomiques , parce que l'influence des astres , quoiqu'aussi réelle , est moins sensible que leur mouvement. On saisit plus aisément ce qui est apperçu par les sens que ce qui ne peut être conçu que par l'intelligence. L'astrologie tire ses principes de l'expérience , & semblable à la médecine , elle établit des conclusions générales sur un nombre d'observations particulières. Il est déjà assez singulier que le sort d'un homme soit déterminé & connu par l'instant où il a vu le jour ; il paroît assez difficile de déduire tant de conséquences différentes d'un fait unique ? Mais Tycho va plus loin ; les événemens de la vie sont tellement liés à ce moment , que les astrologues le déterminent avec la plus grande certitude par ces événemens mêmes. On dit à un homme : vous avez eu telle fortune , vous êtes né tel jour , à telle heure ; & cette heure trouvée fait connoître son sort futur. Les hommes , emportés par une calamité générale , cedent à une destinée universelle , plus forte que leurs destinées particulières. Les jumeaux , les enfans nés dans le même instant , subissent un sort différent , parce que le ciel n'agit pas dans un seul & même tems , d'une seule & même manière ; ses influences varient suivant les sujets ; l'éducation , les liaisons , les amitiés , les connoissances acquises , les réflexions sages , peuvent détourner ou modifier ces influences. L'homme renferme en lui une force plus grande que celle des astres ; il surmontera leurs influences s'il vit selon la justice : mais s'il

suit ses aveugles penchans , s'il descend à la classe des brutes & des animaux , en vivant comme eux , le roi de la nature ne commande plus , il est commandé par la nature (a).

Ici l'erreur se montre à découvert : quest-ce qu'un pouvoir qui peut être suspendu ; une science dont les principes sont si difficiles , & les prédictions si incertaines ; une cause dont une autre cause , aussi variable que la volonté , peut arrêter les effets ? Est-il rien de si absurde que la prédiction d'un avenir , qui peut ne pas arriver ? Comment concevoir des signes évidens & sensibles d'une chose , qui ne sera jamais ? Si Dieu avoit placé dans le présent des indices de l'avenir , ces indices resteroient infaillibles , il ne seroit pas au pouvoir de l'homme de les rendre vains. La science devient donc aussi inutile qu'absurde. La destinée universelle est une excuse inventée pour cacher le foible de l'art , elle en annonçoit la décadence. Avec cette ressource , on expliquoit , on excusoit tout ; ou plutôt le vrai résultat devoit être de tout ignorer & de ne rien prédire. L'homme instruit d'une destinée douteuse , n'a point d'avantage sur l'homme livré à la nature , & guidé par la prudence humaine sous la main de Dieu. La véritable astrologie est l'étude de la morale & de la sagesse ; des progrès plus ou moins grands nous présagent un avenir plus ou moins heureux. On voit , sans le secours des astres , une route tranquille & fleurie s'ouvrir sous les pas de la vertu , & le crime marcher vers un précipice. L'expérience tardive des vieillards , & l'expérience prématurée d'une jeunesse raisonnable , montrent les malheurs après les imprudences , l'opprobre à la suite du vice , & les grands naufrages , comme le terme ordinaire des grandes passions. Le livre des astres n'a rien de si sensible que ces leçons.

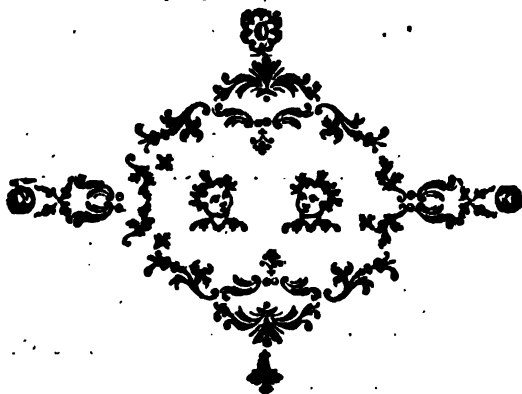
(a) Tycho , in *Orazione* , page 29 & suiv.

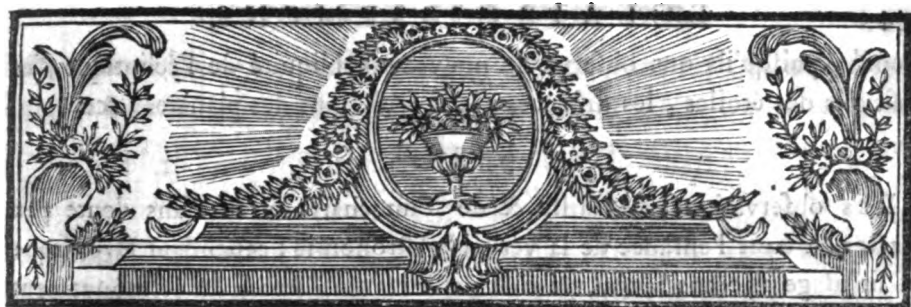
Tycho finit cette défense de l'astrologie, en plaignant les savans qui s'y refusent, en disant que la seule ignorance de l'art peut les excuser. Pic de la Mirandole fut, dit-il, le seul qui, instruit de l'astrologie, tenta de la combattre; mais sa mort, prédite & annoncée par les astres, prouva d'une manière trop certaine, l'influence qu'il avoit méconnue (a).

Tycho luttoit ainsi contre la raison, la philosophie & la religion même; il parloit en homme convaincu : ses yeux étoient fermés pour la vérité; son front baissé devant un préjugé, qui atteignoit par ses racines les profondeurs de l'antiquité, & qui couvroit encore de son ombre les hommes les plus élevés par le pouvoir & par le génie. Mais cette conviction de Tycho ne s'étendoit pas au-delà de la théorie; il est remarquable qu'il ne s'est jamais hasardé à faire aucune prédiction; il ne vouloit compromettre ni l'art, ni lui-même. Cette croyance dépare sans doute les travaux de ce grand homme; mais il n'est pas donné au même esprit de voir tout dans la nature. Il est des yeux pour les effets, il en est pour les principes & pour les causes. Tycho eut l'industrie de perfectionner les instrumens; il augmenta leur grandeur, afin qu'elle répondît à ses vues : il avoit une idée prématurée de l'exactitude astronomique, il y porta son siècle & les siècles suivans. Il doit ses principales découvertes à cette précision; des observations mieux faites lui dévoilèrent des effets qui avoient été cachés jusqu'à lui; cette précision lui a valu une autre gloire, c'est celle de laisser un dépôt précieux d'observations fondamentales. Tant de mérites de sa part, tant d'obligations avouées de la nôtre, laissent le droit de le juger sur le reste; il n'eut point l'esprit philosophique. Un homme qui

(a) *In Oratione*, page 39.

n'a point entendu la voix de Copernic , qui n'a point saisi son système , un homme partagé entre les travaux de l'alchimie & les veilles astronomiques , un homme dominé par le prestige de l'astrologie , se montre imbu de tous les préjugés de son tems. Il étoit assis sur les confins de deux siècles ; il tient aux ténèbres qui l'ont précédé , & à la lumière qui l'a suivi. Ce contraste , cette étrange association de l'erreur & de la vérité trouve une image sensible & physique dans le spectacle du matin ; l'empire du ciel paroît divisé , le cercle de la nuit fugitive est encore tracé dans le vague des airs , les rayons de l'aurore viennent se briser à cette barrière , & les ombres , en reculant , semblent combattre contre les premiers traits d'un jour pur.





ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE PREMIER.

*De l'Ecole d'Alexandrie & des Astronomes , qui ont précédé
Hypparque.*

§. PREMIER.

LES Grecs établis à Alexandrie ont profité des observations chaldéennes ; mais ils ont recommencé l'astronomie. Il est clair qu'ils avoient recueilli ces observations , puisque Conon avoit rassemblé toutes les éclipses conservées , dit-on , en Egypte où on n'observoit point. Nous avons fait voir que ces observations n'ont pu être que celles des Chaldéens (a). Hypparque ni Ptolémée n'en rapportent aucune , qui ait été faite en Egypte ; ils citent continuellement celles des Chaldéens ; ils établissent les révolutions & les moyens mouvemens du soleil , de la lune & des planètes avec une précision qui suppose derrière eux un amas & une longue suite d'observations , & ces observations ne pouvoient être que celles de Babylone. Ils ont tout recom-

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 410.

menté, puisqu'ils ont observé de nouveau l'obliquité de l'écliptique, les positions des étoiles, les distances, les révolutions des planètes, &c.

§. I I.

Les observations d'Aristille & de Timocharis furent sans doute peu exactes, c'étoit l'enfance de la véritable astronomie; cependant Hypparque en fit usage 150 ans après, & c'est par elles qu'il reconnut le mouvement des fixes (a). On lit dans l'Almageste que Timocharis, établi à Alexandrie, trouva que l'étoile appelée l'Epi de la Vierge, précédoit l'équinoxe de 8°; c'étoit l'an 454 de Nabonassar, ou 294 ans avant J. C. (b). La même année il vit le bord septentrional de la lune toucher l'étoile β , qui est la plus boréale au front du scorpion (c). L'année suivante il observa l'occultation de l'Epi de la Vierge par la lune; il observa encore l'an 466 de Nabonassar, la lune toucher la même étoile. La treizieme année du regne de Philadelphie, il fit une observation rare & curieuse; Vénus éclipsa la première des quatre étoiles, qui sont à l'aile gauche de la Vierge (d). Ces deux astronomes déterminèrent encore la déclinaison de quelques-unes des plus belles étoiles du ciel. Voilà des observations d'un genre nouveau; nous n'avons point de connoissance que les anciens en aient fait de pareilles: c'est la première fois qu'il est question de déclinaisons dans l'histoire de l'astronomie. Aristote avoit apperçu quelques occultations des étoiles par les planètes (e): mais il y a grande apparence que ces observations étoient dues au hasard; on voit ici qu'elles sont faites avec dessein, & qu'elles ont été cherchées.

§. I I I.

Quoique Ptolémée ne parle des armilles qu'à l'occasion d'Eratosthenes; on ne peut douter qu'Aristille & Timocharis n'eussent des instrumens circulaires & divisés. Nous avons fait voir que ces instrumens n'avoient pu manquer, même à l'astronomie primitive (f); elle n'auroit point fondé, sans leur secours, les déterminations qu'elle nous a laissées. Nous retrouvons encore la nécessité de ces instrumens dans des tems postérieurs & dans des faits authentiques. Nous avons dit (g), que, suivant Eudoxe, le soleil avoit un mouvement d'aberration, par lequel il s'éloignoit de l'éclip-

(a) Ptolémée, *Almag. Lib. VII, cap. 1,*

2, 3.

(b) *Ibid. c. 2.*

(c) *Ibid. c. 3.*

(d) *Ibid. Lib. X, c. 4.*

(e) *Astron. anc. p. 244.*

(f) *Ibid. p. 43 & 51.*

(g) *Ibid. p. 240 & 242.*

tique *ad latera* ; que cette aberration soit un phénomène réel, ou une erreur des observations, cela ne fait rien à la question présente. On ne se seroit point apperçu que le soleil s'écartoit de sa route, que cette route s'élevoit ou s'abaissoit sur l'horizon, si la trace invisible de cet astre n'avoit pas été marquée dans le ciel, si ce plan du cercle, décrit par le soleil, n'avoit pas été fixé relativement à l'horizon par un instrument circulaire. Alors l'idée de cette aberration sera née, ou d'un phénomène réellement observé, ou peut-être de ce que l'instrument aura baissé par son poids. On peut dire encore que, suivant les Indiens & suivant quelques anciens Grecs, l'obliquité de l'écliptique a pu être jadis de 25° (a). Au tems d'Eudoxe, on ne la faisoit plus que de 24° . La différence étoit assez grande pour être remarquée, mais elle exige un instrument. On pourroit objecter contre l'existence des instrumens d'Aristille & de Timocharis, que ces astronomes déterminoient le lieu des planetes par des alignemens aux étoiles, & qu'ils estimoient les petites distances en diametres de la lune : mais Timocharis répond lui-même à cette objection, & d'une maniere qui résout toutes les difficultés, par l'observation de la déclinaison des étoiles. Il avoit observé celle de Regulus de $21^{\circ}\frac{1}{2}$, celle de l'étoile, qui est à la tête des Gemeaux, de 33° (b), ces déclinaisons, trop grandes pour avoir été estimées en diametres de la lune, ont dû être mesurées avec un instrument circulaire ; cela est de toute évidence. On peut concilier tout cela, en accordant à Timocharis, comme on ne peut s'en dispenser, l'usage des armilles pour les grands arcs, tels que ces déclinaisons d'étoiles ; mais en supposant que cet instrument étoit peu commode, peu exact pour mesurer les petites distances, & qu'il a préféré de les estimer à la vue en diametres de la lune. Il est encore évident qu'Aristarque devoit avoir un instrument propre à prendre des angles, sans quoi il n'auroit pu déterminer l'élongation de la lune dichotôme. Il étoit également indispensable qu'il eût un instrument pour mesurer les diametres du soleil & de la lune ; Archimede le dit positivement (c). On rapporte qu'Eratosthènes avoit mesuré par le moyen du dioptra, qui étoit une espece de quart de cercle, la hauteur d'une montagne ; il l'avoit trouvée de 10 stades (d), lesquels, suivant la valeur du stade, employé dans la mesure de la terre, donnent à cette montagne une hauteur de 855 toises.

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne,

p. 333.

(b) *Almag. Lib. VII, c. 2.*(c) *Suprà*, p. 20.(d) Commentaire de Théon sur l'*Almag. Lib. I, p. 41.*

On peut conclure de ce qui vient d'être rapporté ici, que non seulement Eratosthènes & Aristarque, mais que même Aristille & Timocharis avoient des armilles & des instrumens circulaires.

§. I. V.

LES écrits de Timocharis & d'Aristille existoient encore il n'y a pas longtemps chez les Arabes, & peut-être pourroit-on les retrouver dans l'Asie. Du moins ils sont marqués dans la notice, communiquée par M. Melor en 1749, des livres orientaux qu'il falloit chercher dans le levant pour la bibliothèque du Roi. On trouve dans cette notice, n° 331, les observations astronomiques faites par Taouni (sans doute Aristille) dans l'observatoire d'Alexandrie, l'an 921 avant l'hégire, ou l'an 299 avant J. C.; & n° 234, les observations de Taoumaris (Timocharis), faites aussi à Alexandrie l'an 925 avant l'hégire, ou 303 ans avant J. C. (a).

§. V.

ARATUS, auteur de l'ouvrage intitulé *les Phénomènes*, n'est pas le premier qui ait écrit dans ce genre, on nomme Eudoxe, Lasus Magnes, Hegesianax, Hermippe, Aristophane de Bizance; il les avoit tous surpassés; c'est pourquoi son ouvrage a survécu. Ptolémée parle d'Hegesianax & d'Hermippe. *Omnia Hegesianax & Hermippus atherea astra, & plures hac phenomena libris commiserunt, sed à scopo aberrarunt, Verùm subtilis scriptoris principatum Aratus obtinet* (b).

§. V. I.

ARATUS a conservé dans ce poëme les noms anciens des étoiles connues dans la Grece & dans l'Egypte. Ce poëte n'étoit point observateur; il a suivi les deux ouvrages d'Eudoxe, qu'il a fondus dans le sien. M. Weidler (c) se trompe, lorsque, se croyant fondé sur le témoignage d'Hypparque, il dit qu'Aratus y avoit inséré plusieurs choses tirées de ses observations. Il fait dire à Hypparque précisément le contraire de ce que cet astronôme a dit très-clairement. M. Weidler se fonde sur ce qu'Hypparque, dans son Commentaire sur Aratus, le nomme, dans le titre de l'ouvrage, avant Eudoxe. Mais il est visible qu'Hypparque, relevant les prétendues erreurs du poëme d'Aratus, a mis le nom de ce poëte dans le titre de son com-

(a) Mss. de M. de Lisle, N. 14, 9, B.

(b) *In vitâ Arati Uranologion*, p. 270.

(c) *Historia Astronomia*, paginâ 124.

mentaire , parce que son poëme étoit plus généralement connu que les ouvrages d'Eudoxe ; il ne lui a associé Eudoxe que pour rendre l'ouvrage à son véritable auteur , & mettre tout de suite en cause l'astronôme , qui étoit le garant du poëte. Comment M. Weidler n'a-t-il pas pris garde aux passages suivans d'Hypparque , qui sont décisifs , & qui prouvent qu'Aratus n'a fait autre chose que copier Eudoxe ? *Sed non est fortasse quod Aratum accusamus , si quid ei erroris oblatum sit ; quippe qui Eudoxi commentarium secutus , NON OBSERVATIONE FRËTUS , phenomena conscripsit (a) ;* & un peu plus loin : *Aratum igitur Eudoxi de phenomenis commentarium esse secutum , cum ex pluribus constare potest , si quis cum illius opere poetico per capita singula , verba Eudoxi conferre voluerit : tum hoc loco commemorare breviter haud inutile videtur : quod ea res à nonnullis vocetur in dubium , &c. ,* & puis il en donne un grand nombre d'exemples. Cicéron , qui le regardoit comme un ignorant , a tranché le mot. Il dit : *constare inter doctos hominem ignarum astrologia , ornatissimis atque optimis versibus Aratum de calo stellisque dixisse (b).* Cicéron , en rendant justice au poëte , a fait le procès à l'astronôme. Si Aratus est convaincu d'avoir seulement copié Eudoxe , nous avons vu (c) que cet astronôme avoit lui-même copié ses prédécesseurs , ou pour mieux dire , n'avoit donné à la Grece que d'anciennes descriptions , faites dans l'orient quatorze siècles avant J. C. Il est certain que jusqu'à l'époque dont nous faisons l'histoire , l'astronomie d'Europe , & peut-être du monde alors connu n'avoit été que des lambeaux conservés de la plus haute antiquité , & arrachés aux mystères de l'orient.

§. VII.

Nous avons un Commentaire d'Hypparque en trois livres sur les phénomènes d'Aratus & d'Eudoxe ; nous en parlerons ailleurs : une introduction aux phénomènes d'Aratus par Achilles Tatius , & une autre intitulée Elémens d'astronomie par Geminus. Nous avouons que nous ne voyons pas ce qui les a fait regarder comme commentaire ou comme introduction relative aux phénomènes d'Aratus : le titre ni l'ouvrage n'en disent rien.

Enfin nous avons un Commentaire faussement attribué à Eratosthènes , dont l'auteur est inconnu. Le P. Peteau a réuni ces différens Commentaires dans son *Uranologion*. Ce poëme a eu beaucoup d'autres Commentateurs dont on ne nous a conservé que les noms (d).

(a) *Uranologion* , p. 172.(b) *De Oratore* , I , 16.(c) *Astron. anc.* p. 245.(d) *In Uranologion* , p. 267

§. VIII.

NOUS avons dit que suivant Aristarque, la distance du soleil étoit environ 19 fois plus grande que celle de la lune à la terre; c'est ainsi que Pline le rapporte (a). Dans l'exactitude, Aristarque affirma que la distance du soleil n'étoit pas plus de vingt, & moins de 18 fois plus grande que la distance de la lune à la terre. Il étoit parvenu à ces résultats par la mesure de l'angle d'élongation; ces résultats supposent qu'il avoit mesuré deux fois cet angle, & qu'il l'avoit trouvé depuis $86^{\circ} 49'$ jusqu'à $87^{\circ} 8'$; car ces deux mesures donnent les deux rapports de 18 & de 20. Il y avoit donc dans ces observations une incertitude de $19'$; l'erreur de chaque détermination étoit par conséquent de 9 à $10'$. Mais nous observerons qu'il falloit pointer à deux astres à la fois, ce qui double l'opération & l'erreur; ainsi cette considération nous donne un peu moins de $5'$ pour l'incertitude des observations anciennes.

§. IX.

ON ne nous dit point si Aristarque avoit déterminé, ou du moins estimé les distances absolues du soleil & de la lune à la terre. On ne trouve rien de positif à cet égard dans ce qui nous reste de lui; mais Plutarque (b), après avoir cité le rapport des distances du soleil & de la lune d'Aristarque, cite aussi-tôt une détermination de la distance de la lune de 56 demi-diamètres de la terre, qui pourroit bien être d'Aristarque. Nous verrons qu'elle ne peut être d'Hypparque, qui la faisoit beaucoup plus grande; elle n'est point non plus de Possidonius, qui la faisoit de $52\frac{1}{2}$ demi-diamètres terrestres. Elle est trop près de la vérité, pour n'être pas attribuée à un astronôme aussi ingénieux qu'Aristarque. C'est d'après ces déterminations, que les anciens avoient estimé que la longueur du cône d'ombre étoit à peu près de 60 diamètres de la terre (c).

Aristarque établit que le diamètre du soleil est à celui de la terre dans une proportion plus grande que 19 à 3, & plus petite que 43 à 6; celui de la lune dans une proportion plus grande que 43 à 108, & plus petite que 19 à 60 (d). Le rapport du diamètre de la lune à celui de la terre est assez exact; celui du diamètre du soleil est beaucoup trop petit; ce diamètre est environ

(a) Pline, *Lib. II*, c. 21.(b) *De facie in orbe luna*, §. 7.(c) Macrob. *Somn. Scip. Lib. I*, c. 10.(d) *De magnitudine solis & lune*.

107 fois plus grand que celui de la terre ; mais cette détermination dépend de la distance du soleil , sur laquelle Aristarque , en approchant plus près qu'on n'avoit encore fait , s'étoit cependant fort trompé. Ce rapport est si difficile à déterminer , qu'à peine sommes-nous sûrs aujourd'hui de le connoître avec exactitude. L'observation du solstice , faite par Aristarque la cinquantième année de la période Callippique , qui répond à l'an 281 avant J. C. (a) , indique l'époque des travaux de cet Astronome.

§. X.

CENSORIN (b) nous apprend qu'Aristarque faisoit la grande année de 2484 ans , sans nous dire qu'elles révolutions étoient renfermées dans cette grande année. Le même auteur fait encore mention d'une correction faite à la longueur de l'année par Aristarque. *Calippus autem CCCLXV (adde & quadrantem) & Aristarchus Samius tantundem & præterea dici partem 1623* , ou 1533 (c). Qu'est-ce que cette correction de $53'' 12'''$, ou de $56'' 24'''$, ajoutées à la longueur de l'année de $365^j 6^h$? On n'en fait rien , & il faut convenir qu'il n'y a aucune vraisemblance que l'idée d'Aristarque soit ici fidèlement rendue. Mais si l'on suppose qu'il y ait une faute , si au lieu du singulier *partem* , on lit le pluriel *partes* , & que l'on prenne la division du jour en 6^h , l'heure en $60'$, la minute en $60''$, telle qu'elle étoit usitée en Egypte , alors les 1623 & 1533 parties de jour donneront $10' 49''$, & $10' 13''$, suivant notre manière de compter. Aristarque auroit donc ajouté ces deux quantités à l'année tropique , qui devient une année sidérale de $365^j 6^h 10' 49''$, ou de $365^j 6^h 10' 13''$, avec une incertitude de $36''$: détermination de l'année sidérale , qui est presque égale à celle que nous avons attribuée aux Chaldéens (d) de $365^j 6^h 11'$. Nous donnons tout ceci comme une conjecture , mais nous avouons qu'elle nous paroît fort vraisemblable.

Appuyés sur cette conjecture , nous pouvons peut-être en former une autre , qui nous instruira de l'objet de la période de 2484 ans. Nous pouvons supposer qu'Aristarque connoissoit les mouvemens du soleil & de la lune , aussi bien que les Chaldéens les ont connus. Puisque nous avons des preuves que leurs observations ont été portées en Egypte , nous avons lieu de croire que les résultats y avoient également passé. Nous avons dit que la révolution de la lune à l'égard du soleil étoit établie chez les Chaldéens de

(a) Ptol. Almag. Lib. III , c. 2.

(b) De die natali , c. 18.

(c) Ibid. c. 19.

(d) Astron. anc. p. 149.

$29^j 12^h 44' 7''\frac{1}{2}$ (a) : voilà donc la révolution de la lune que nous devons supposer connue à Aristarque. Alors 30724 lunaisons font $907299^j 10^h 56' 30''$, qui divisés par 2484 ans, donnent pour la longueur de cette année $365^j 6^h 10' 42''\frac{1}{2}$. Ainsi c'étoit une année astrale, qui se trouve être à très-peu près une des deux années déduites de la conjecture précédente ; l'autre s'en déduiroit également, en supposant la révolution de la lune plus courte de $3''$; & la grande année de 2484 ans, est une période qui ramène le soleil & la lune en conjonction avec la même étoile. Nous croyons que ces deux conjectures se prêtent mutuellement beaucoup de vraisemblance.

§. X I.

ON peut demander d'où naissent cette incertitude & cette différence de $36''$ entre ces deux années, l'une de $365^j 6^h 10' 42''$, l'autre de $365^j 6^h 10' 06''$? Cette question nous fait naître une troisième conjecture. Ces deux longueurs de l'année, déduites également de la période de 2484 ans, peuvent être attribuées à deux différentes révolutions de la lune ; la première suppose cette révolution de $29^j 12^h 44' 7''\frac{1}{2}$, la seconde de $29^j 12^h 44' 4''\frac{1}{2}$; d'où nous inférons que les Chaldéens avoient en effet ces deux révolutions de la lune, l'une plus ancienne, & qu'ils devoient à l'astronomie primitive, l'autre plus moderne, établie sur la continuité de leurs observations. On peut croire que la plus exacte, celle de $29^j 12^h 44' 4''\frac{1}{2}$, étoit la plus ancienne, 1°. Parce qu'on ne voit point cette révolution employée dans les périodes que les Chaldéens nous ont laissées (b) ; 2°. parce qu'elle se rapproche davantage de la révolution lunaire que M. Cassini a supposée dans l'examen de la période de 600 ans. M. Cassini l'a prise telle qu'elle est aujourd'hui, de $29^j 12^h 44' 3''$, & il en a déduit la longueur de l'année de $365^j 5^h 51' 36''$. Si M. Cassini l'eût supposée plus grande d'une seconde & demie, il auroit eu une année plus longue seulement de $18''$; 3°. en supposant l'accélération du mouvement de la lune, nous trouverons le moyen de confirmer ces conjectures, & de les enchaîner d'une manière heureuse & singulière. Si l'on suppose que cette ancienne révolution de $29^j 12^h 44' 4''\frac{1}{2}$ a été établie dans le même tems que la période de 600 ans, dans le tems où fut exécutée la division du zodiaque, & comme nous l'avons supposé par conjecture vers 4600 ans avant J. C. (c), il s'ensuit que depuis

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne, p. 381.

(b) *Ibid.*

(c) *Ibid.* p. 74.

cette époque jusqu'à celle de 1750 après J. C., il s'est écoulé 6350 ans, pendant lesquels la révolution de la lune a diminué d'une seconde & demie; mais cet intervalle de tems renferme 78550 de ses révolutions : chaque révolution a donc été plus courte que la précédente de $0'', 0000191$; c'est l'accélération menstruelle du mouvement de la lune. Si l'on veut avoir la somme de ces accélérations dans un siècle, on fera usage du quadrilatère $ABCa$ (fig. 16), dans lequel le nombre des révolutions est représenté par AB , & leurs accroissemens correspondans par les lignes Aa , BC , la somme de toutes les accélérations sera donc l'aire du quadrilatère $ABCa$, lequel, sans erreur sensible, peut être confondu avec le triangle ABC , dont l'aire est égal à AB multipliée par $\frac{1}{2} BC$; mais si Aa est l'augmentation de la révolution dans le tems d'une certaine époque, BC , qui est l'augmentation de la révolution au bout d'un nombre de révolutions exprimées par AB , sera égale à Aa , multipliée par le nombre de ces révolutions ou par AB . L'aire du triangle ABC , la somme de toutes les accélérations pendant le tems AB , sera donc égale à $\frac{1}{2} Aa$ multiplié par le carré d' AB . Pour avoir la quantité totale de cette accélération, dans un siècle, par exemple, comme cet intervalle renferme 1237 révolutions, il faut multiplier la moitié de $0'' 0000191$, ou $0'' 00000955$ par le carré de 1237, & l'on aura $14'' 40'''$ de tems pour l'accélération de la lune dans un siècle. Mais dans ce petit intervalle, la lune parcourt $8''$ de degré : c'est d'après nos suppositions, l'équation séculaire du moyen mouvement de la lune. Feu M. Mayer, célèbre astronôme de Göttingue, s'est appliqué à déterminer cette équation, il a varié sur sa quantité. Dans ses premières tables il la faisoit de $7''$, dans ses dernières, il l'a augmentée jusqu'à $9''$ (a). On ne s'éloigneroit donc pas beaucoup de la vérité, en prenant un milieu entre ces deux déterminations, & en faisant l'équation séculaire de $8''$. C'est précisément le résultat que nous venons de déduire de nos suppositions, d'où résulte la confirmation & la vérité de ces suppositions mêmes. On peut donc regarder comme très-probable : 1°. que l'ancienne période de 600 ans étoit fondée sur une année solaire de $365^j 5^h 51' 54''$; & sur une révolution de la lune de $29^j 12^h 44' 4'' \frac{1}{2}$; 2°. que ces déterminations étoient très-exactes dans le tems où elles ont été faites; 3°. que depuis cette époque la révolution du soleil a diminué de $3' 9''$, & celle de la lune

(a) M. de la Lande, *Astr.* Tome II, art 1484.

de $1''\frac{1}{2}$ (a); 4°. que les progrès de l'accélération du soleil, ceux de l'accélération de la lune, les conjectures sur le tems de la division du zodiaque, concourent également à placer ces déterminations importantes dans le même tems, & à une époque antérieure d'environ 46 siècles à notre ère. Ce concours de trois probabilités différentes est une preuve assez forte que l'astronomie a été réellement cultivée à cette époque; 5°. que les Chaldéens, qui ont eu la connoissance de la période de 600 ans, ont pu connoître également la révolution de la lune de $29^j 12^h 44' 4''\frac{1}{2}$; ils n'y ont point eu de confiance, parce qu'elle étoit ancienne, & ils en ont établi sur leurs observations une autre moins exacte & plus longue de 3".

§. XII.

Nous lisons dans le traité d'Aristarque, *de magnitudinibus & distantis solis & luna* (b), que le diamètre de la lune étoit de deux degrés, ou, comme on s'exprimoit sans doute de son tems, de la quinzième partie d'un signe. Mais il y a apparence qu'il avança cette assertion par une première estimation, & qu'ayant fait des observations plus exactes, il rectifia depuis, & dans un autre ouvrage, son opinion à cet égard: car, selon Archimède, Aristarque affirmoit que le diamètre du soleil étoit à-peu-près la 720^e partie du zodiaque, c'est-à-dire, d'un demi-degré; il est donc probable qu'il avoit changé d'avis. Aristarque pouvoit n'avoir point vu d'éclipses totales de soleil, qui prouvent que le disque apparent de la lune est aussi grand que celui du soleil, mais une éclipse partielle suffisoit à un observateur aussi intelligent que lui, pour reconnoître que la courbure des deux astres est la même. D'ailleurs il dit lui-même que leurs diamètres, ou leurs grandeurs réelles sont en raison de leurs distances, ce qui suppose que les diamètres apparens sont égaux: & puisqu'il faisoit le diamètre du soleil de 30', il n'a pu faire celui de la lune plus grand.

§. XIII.

ARISTARQUE, dit Archimède (c), établit pour hypothèse que les étoiles fixes & le soleil lui-même sont immobiles, que la terre décrit une orbite

(a) On apperçoit encore l'accélération du mouvement de la lune dans la révolution synodique, telle qu'elle résulte des périodes d'Hypparque; elle étoit de $29^j 12^h 44' 3''\frac{1}{2}$, plus longue d'un quart de seconde que nous ne l'établissons aujourd'hui. Comme Hypp-

parque l'avoit conclue de périodes qui embrassent un grand nombre de révolutions, on peut croire qu'elle avoit une certaine exactitude (*Infra Eclairc. Liv. II.*)

(b) Œuvres de Vallis, Tome III, p. 569.

(c) *In Arenario*. Vallis, T. III, p. 514.

autour du soleil, placé au centre; que la sphere de ces étoiles est si étendue, leur distance à la terre si grande, que le cercle que la terre décrit est à cette distance dans la même raison que le centre de la sphere à sa superficie; ce qui est impossible, ajoute Archimede, car le centre n'ayant aucune étendue, ne peut avoir aucune proportion avec la superficie. Archimede explique ensuite la pensée d'Aristarque. Les anciens appeloient le monde tout ce qui s'étend du centre de la terre jusqu'au soleil, la sphere de ce rayon étoit le monde: & ici Aristarque veut dire, selon Archimede, que la terre avoit à l'égard du monde, ou de la sphere du soleil, la même proportion que celle-ci à la sphere des étoiles fixes. Archimede affoiblit la pensée d'Aristarque par cette explication. Il compare les rapports de quatre quantités finies, mais il en ôte l'idée de l'infini qu'Aristarque y avoit voulu mettre. Il est sûr qu'il n'y a point de proportion entre le centre, qui n'est qu'un point mathématique, & la superficie d'une sphere, qui a une étendue finie; mais Aristarque vouloit dire précisément qu'il n'y a point de proportion entre le cercle que décrit la terre autour du soleil, & la distance des fixes. Nous ne devons pas dissimuler qu'Aristarque dit ailleurs (a), que la terre est comme un point en comparaison de la sphere de la lune, ce qui se rapprocheroit assez de l'explication d'Archimede. Remarquons encore que Geminus dit positivement que la terre est comme un point à l'égard de la sphere des étoiles (b); Geminus dit beaucoup moins qu'Aristarque. Il est cependant vraisemblable que cette opinion affoiblie, & pour ainsi-dire adoucie, avoit passé d'Aristarque à Geminus, qui vivoit 200 ans après lui. Mais nous croyons que dans l'origine, l'opinion d'Aristarque étoit aussi hardie que celle de Copernic & des modernes.

§. XIV.

Le seul ouvrage qui nous reste d'Aristarque est celui de *magnitudinibus & distantis solis & luna*, il a été traduit & imprimé en latin avec les Explications de Pappus, & le Commentaire de Frédéric Commandin en 1572. On le trouve aussi dans le troisième volume des Œuvres de Vallis. Dans la bibliothèque du P. Labbe, on indique un manuscrit d'un traité d'Aristarque sous ce titre, *Aristarchi Prædictiones mathematicæ de planetis* (c). Mais à peine peut-on être sûr de l'existence d'un manuscrit enseveli dans

(a) *De magnitudinibus*. Vallis, III, page 369

(b) C. XIV, p. 57.

(c) P. 116 & 119.

une bibliothèque particuliere ; ce n'est peut-être que l'ouvrage de *magnitudinibus* sous un titre différent, ou mal rendu. Le P. Mersene a inséré dans le troisième volume de ses observations physico-mathématiques un ouvrage de *systemate mundi*, qui est faussement attribué à Aristarque ; il est de Roberval (a).

Aristarque inventa, selon Vitruve (b), l'horloge appelé scaphé, qui étoit sans doute un cadran solaire ; les anciens donnoient aux cadrans le nom d'horloge. C'étoit un segment de sphere, avec un stile, qui marquoit les heures. Martianus Capella en décrit une (c), qui pourroit être celle d'Aristarque ; ou du moins celle des astronomes d'Alexandrie, qui l'ont suivie ; car il ajoute que la longueur de l'ombre, le jour de l'équinoxe, multipliée 24 fois, étoit égale au double de la circonférence du cercle. On en peut conclure que ce cadran étoit réglé pour une latitude de $31^{\circ} \frac{1}{2}$, ce qui est assez exactement celle d'Alexandrie (d). Vitruve lui attribue encore un autre cadran, appelé le disque, qui paroît avoir été un cadran horizontal (e).

§. X V.

NOUS avons dit qu'Eratosthenes avoit trouvé la distance des tropiques de 47° avec plus de $\frac{1}{3}$ & avec moins de $\frac{1}{4}$; il disoit encore que cette distance étoit au cercle entier comme 11 à 83 (f) ; rapport, qui tient le milieu entre les deux déterminations précédentes. Remarquons en passant que l'on connoissoit alors assez bien le calcul des fractions, pour avoir vu que $\frac{11}{83}$ de la circonférence du cercle étoient le milieu entre $47^{\circ} \frac{1}{3}$ & $47^{\circ} \frac{1}{4}$, du moins à $\frac{1}{19000}$ près. Remarquons aussi l'erreur de Riccioli, qui en a conclu que les anciens avoient une division du cercle en 83 parties (g) : comme si on avoit pu adopter une division si bizarre, & qui ne seroit fondée sur aucune raison. Nous trouvons que Muller avoit déjà fait cette remarque (h).

Il s'agit maintenant d'examiner la précision de cette observation ; en conséquence, il suffira d'apprécier celle de l'instrument. Ptolémée ne nous en apprend point la grandeur, il dit seulement qu'elle doit être médiocre (i) ; mais Proclus, qui emploie à peu près les mêmes termes que Ptolémée,

(a) Notes de Menage sur Diogene Laërce, *Lib. VIII*, 85.

(b) *Architect. Lib. IX*, c. 9.

(c) *In nuptiis philol. Lib. VI*, p. 194.

(d) Elle est de $31^{\circ} 11'$.

(e) *Suprà*, p. 73.

(f) Ptolémée, *Almag. Lib. I*, c. 11.

(g) Riccioli, *Almag. nov.*, Tom I, page 8.

(h) Notes de Muller in *Astron. Instaur. Copernici*, p. 67.

(i) Ptolémée, *Almag. Lib. V*, c. 1.

ajoute que le diamètre de cet instrument ne doit pas être moindre d'une demi-aune (a). Nous n'en sommes gueres plus avancés ; nous connoissons peu la valeur de l'aune chez les anciens. On trouve chez les Persans deux aunes différentes , la *gueze* royale de 2 pieds 10 pouces 11 lignes (b) , & la *gueze monkeiser* , ou accourcie , qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la gueze royale (c). Ces deux aunes donneroient à l'instrument une dimension trop petite. Shah Cholgus paroît confondre l'aune avec la coudée (d) ; mais en prenant la plus grande coudée que nous connoissons , celle de 20 pouces $\frac{1}{2}$, l'instrument n'auroit eu que 5 pouces de rayon , ce qui n'est nullement vraisemblable ; les anciens ont dû en avoir de plus grands. Quelle raison auroient-ils eu de les faire si petits ? Il est aisé de sentir que leur exactitude est proportionnée à leur grandeur , & l'on ne doit mettre de bornes à cette grandeur ; que celles qui naissent de la difficulté de les exécuter , ou de les monvoir. Servius prétend que l'aune étoit la longueur des deux bras étendus ; Flamsteed , en conséquence , l'estime de 6 pieds (e). L'instrument avoit donc 3 pieds de diamètre , & répondoit à nos quarts de cercle de 18 pouces de rayon. Or sur un pareil quart de cercle , un degré répond à trois lignes trois quarts , & l'espace de 5' à environ $\frac{1}{2}$ de ligne , qui doit être sensible ; c'est le degré de précision auquel s'arrête Flamsteed. M. de la Lande , un peu moins favorable aux anciens , mais sans doute pour ne pas risquer de s'écarter de la vérité , borne cette précision à 10' ; ainsi dans cette supposition même , quand on soupçonneroit une erreur de 10' en excès , & une pareille erreur en défaut sur les deux observations d'où l'on conclut la distance des tropiques , il faudroit diminuer cette distance de 20' , en la réduisant à $47^{\circ} 22' \frac{1}{2}$, & l'observation donneroit l'obliquité de l'écliptique au moins de $23^{\circ} 41' 15''$, pour le siècle d'Eratoſthènes , ce qui seroit suffisant pour constater la diminution de cette obliquité.

§. X V I.

MAIS nous ne croyons même pas que l'erreur de l'observation pût aller à 10' , parce que 1^o. l'observation d'Eratoſthènes semble donner les limites de l'erreur , en marquant une incertitude de 5'. 2^o. L'observation faite par

(a) *Hypothyposis* , c. 2 , p. 383.

(b) Chardin dit que la gueze de Perse est de 34 pouces , T. V , p. 219 ; plus loin p. 245 , il dit 35 pouces de Roi.

(c) *Encyclopédie* , art. aune.(d) *Astronomica quadam* , &c. Græves , 1652 , p. 95.(e) *Histor. cælest. in prolegomenis* , p. 192.

Aristarque de l'élongation de la lune dichotome, semble supposer une pareille incertitude (a). 3°. L'observation du diamètre du soleil par Archimède est à peu près dans les mêmes limites (b). 4°. Enfin, parce que si l'on examine les observations de la déclinaison des étoiles, faites par Aristille & par Timocharis (c), on verra que ces déclinaisons sont exprimées en degrés & en parties de degrés de 12, 15, 20, 24, 30, 45, 48 & 50'. Si l'instrument avoit été divisé en tiers, en quarts, en douzièmes de degrés, on nous auroit conservé les fractions telles que l'instrument les donnoit, au lieu que ces nombres n'ayant de commun diviseur que l'unité, font penser que l'instrument étoit divisé en minutes, ou du moins de deux minutes en deux minutes. Proclus, qui donne une demi-aune au moins de diamètre à ses armilles, dit qu'elles étoient divisées en 360°, & chaque degré en 60' (d); ce qui suppose au moins un rayon de sept à huit pieds.

Une autre considération peut nous faire penser que les instrumens des anciens avoient cette grandeur, & peut-être plus; c'est que les deux instrumens, l'un inventé par Hypparque, le dioptra (e), l'autre par Ptolémée, le triquetrion (f), avoient chacun quatre coudées, ou, suivant notre évaluation de la coudée d'Alexandrie (g), près de sept pieds de Rayon. Ces instrumens n'étoient point fixés; ils étoient faits pour être transportés, remués; ils étoient d'ailleurs exécutés par des particuliers: ceux que renfermoit le *Museum*, les armilles avoient été construites aux dépens du Prince; elles pouvoient être d'un grand poids sans aucun inconvénient, parce que fixées suivant l'inclinaison de la sphere, elles n'avoient, comme elle, de mouvement que sur leurs pôles; ces instrumens pouvoient donc & devoient avoir sept à huit pieds & plus de rayon.

On a encore quelques indices de la grandeur de ces instrumens. Augustin Riccius, en rapportant les raisons, qui faisoient hésiter Hypparque sur le mouvement des étoiles en longitude, dit que les observations de Timocharis avoient été faites avec un instrument peu commode par sa grandeur; *instrumentum, ob nimiam molis vastitatem ineptum fuit* (h). Dans l'édition latine de l'Almageste de 1541, on lit, *quod simpliciter nimium observationes captae fuerint*. Riccius a-t-il mal entendu le texte de Ptolémée, ou avoit-il pris

(a) *Suprà*, 448.

(b) *Suprà*, p. 21.

(c) Ptolémée, *Almag. Lib. VII*, c. 3.

(d) *Hypothyposis*, c. 2, p. 383.

(e) *Suprà*, p. 29.

(f) *Suprà*, p. 175.

(g) *Suprà*, p. 146.

(h) Riccius, *de motu cælestis sphere*, p. 35.

ces mots dans une édition grecque ou arabe, plus correcte que les nôtres ? C'est-ce que nous ne pouvons décider, mais Riccius paroît persuadé que ces instrumens avoient une grandeur considérable, puisqu'il pense que les cercles des armilles pouvoient plier & perdre la figure circulaire ; ce qui ne seroit point à craindre dans des instrumens d'une grandeur médiocre. On peut ajouter encore qu'Eratoſthènes, dans la mesure de la terre, ne se seroit pas servi du puits de Syene, si ces instrumens n'avoient pas été difficiles à remuer ; il les auroit déplacés & transportés pour observer hors d'Alexandrie, dans une seconde station.

Il nous paroît donc évident que les instrumens d'Alexandrie ont dû être d'une grandeur considérable, qu'ils étoient divisés de minute en minute ; mais, malgré ces subdivisions, les trois observations citées, d'Aristarque, d'Eratoſthènes & d'Archimède, nous portent à croire que l'exactitude des observations anciennes, par une infinité de causes inutiles à détailler ici, ne surpassoit pas 5'. Ainsi l'évaluation de Flamsteed est fort exacte. Il étoit important de fixer les idées sur la précision des instrumens des anciens.

Certaines observations semblent annoncer encore plus de précision. On fait que les hauteurs observées avec le gnomon sont trop grandes de tout le demi-diamètre du soleil, ainsi que la hauteur de l'équateur, qui en est conclue ; par conséquent la latitude ou la hauteur du pôle, qui en est le complément, est trop petite de la valeur du demi-diamètre du soleil : or Hypparque observa la hauteur du pôle de $30^{\circ} 58'$ à Alexandrie (a) ; si on y ajoute le demi-diamètre du soleil de $15'$, on aura $31^{\circ} 13'$. On la trouve de $31^{\circ} 11'$ par les observations modernes (b) ; c'est donc une erreur de $2'$. Mais nous pensons que cette précision pouvoit être celle des gnomons, celle des armilles n'étoit pas si grande.

§. X V I I.

Nous avons fixé le degré mesuré par Eratoſthènes à 59442 toises. Eratoſthènes avoit trouvé que la distance céleste, comprise entre le zenith de Syene & celui d'Alexandrie, étoit la cinquantième partie de la circonférence, ou de $7^{\circ} 12'$, la distance sur la terre étant de 5000 stades ; il en résulte que le degré étoit de $694 \frac{2}{3}$ stades. Nous devons estimer l'exactitude de cette observation. Il ne s'agit que de savoir la valeur du stade employé par

(a) *Suprà*, p. 83.
Tmoc I.

(b) *Mém. Acad. Scien. T. II, p. 142.*
M m m

Eratoſthenes. Les deux ſtades les plus connus, les plus avoués, ſont le ſtade grec de 94 toifes $\frac{811}{1000}$, & le ſtade égyptien ou alexandrin, de 114 toifes $\frac{4}{3}$ (a). En ſuppoſant le plus petit de ces ſtades, c'eſt-à-dire, le ſtade grec, il en réſulteroit encore un degré de 65796 toifes, trop grand de près de 9000 toifes; & comme Eratoſthenes n'a pas déterminé ſeulement un degré, comme ſa meſure embraille à la fois 7° & $\frac{1}{2}$, il faudroit qu'il eût commis une erreur de 64 à 65000 toifes; en attribuant 7 à 8000 toifes d'erreur à la meſure itinéraire, il reſteroit encore une erreur d'un degré ſur la meſure de l'arc céleſte : ce qu'on ne peut ſuppoſer, puisſque nous avons fait voir que la précision des inſtrumens étoit d'environ 5'. Le ſtade d'Eratoſthenes eſt un ſtade cité par Strabon, pour eſtimer l'étendue de la Gaule, M. Caſſini l'évalue à 85 toifes (b); nous retrouverons ce ſtade dans la Perſe (c). Nous croyons que ſa valeur exacte eſt de 85 toifes 3 pieds 7 pouces 2 lignes (d). Ce ſtade n'a point ſans doute été porté de la Perſe dans la Gaule, ſans avoir paſſé auparavant en Egypte. Les arpenteurs royaux, envoyés par Alexandre, étoient peut-être Perſans; ils ſe ſervirent des meſures de leurs pays : d'ailleurs Hérodote, en donnant les dimensions géographiques de quelques parties de l'Egypte, ſe ſert auſſi de ce ſtade; ce qui prouve évidemment qu'il n'y étoit pas inconnu, même avant le tems d'Eratoſthenes & d'Alexandre. Dès qu'on ne peut contester l'exiſtence de ce ſtade, dès qu'il a été connu en Egypte, il ſeroit abſurde & injuſte de ſuppoſer qu'il n'eſt pas celui d'Eratoſthenes. C'eſt de ce ſtade que réſulte le degré de 59442 toifes,

On a douté ſi la diſtance de Syene à Alexandrie étoit réellement de 5000 ſtades, mais elle eſt donnée ainſi par pluſieurs auteurs; par Marrianus Capella (e), par Strabon, qui dit qu'en deſcendant le Nil elle eſt de 5300 ſtades (f); Plin eſſure que cette diſtance étoit de 570 milles (g). Si ce ſont des milles romains, comme on n'en peut gueres douter, ces milles ſont de 756 toifes, ou de 754 toifes (h). Les 570 milles valent donc 431120 ou 429980 toifes. 5000 ſtades, tels que nous venons de les évaluer, ſont 427998 toifes; la diſſérence n'eſt que de 3122, ou même de 1982 toifes:

(a) M. Freret, Académie des Inſcriptions, Tome XXIV.

M. Leroy, *Ruines de la Grece*, p. 95.

(b) M. Leroy, *Ibid.*

(c) *Mém. Acad. Sc.* 1702, p. 12.

(d) *Hydr.* Liv. III, §. 6.

(e) *Ibid.* VI, p. 124.

(f) Strabon, *Geog. Lib.* 17.

(g) *Lib. II*, c. 72.

(h) Il étoit de huit ſtades grecs.

elle prouve 1^o. que la mesure itinéraire n'avoit pas été mal faite ; 2^o. que les stades employés étoient vraiment tels que nous les supposons.

§. XVIII.

On ne peut pas attendre une grande exactitude de cette détermination : le mérite est de l'avoir imaginée ou exécutée , & la gloire d'Eratosthenes est que les modernes ont adopté sa méthode , & n'ont approché plus près du but que par les progrès des arts , qui ont fourni de nouveaux moyens de précision. Cependant Eratosthenes se trompa , en supposant que Syene & Alexandrie étoient sous le même méridien. Il s'en faut d'un degré & demi , suivant Ptolémée. M. Danville , avec la sagacité & la critique qui le caractérisent , a déterminé que Syene étoit de 1° 40' à l'est du méridien d'Alexandrie (a). Si l'on corrige en conséquence le résultat d'Eratosthenes , on trouvera que la distance itinéraire des deux villes n'étoit , dans le sens du méridien , que de 4889 stades , d'où résulte la circonférence de la terre de 244450 ; le degré de $679\frac{1}{2}$ stades , est de 58122 toises. On prétend qu'Eratosthenes tomba encore dans une autre erreur ; on croit qu'il s'est servi d'un gnomon , & qu'il ne fit pas attention que l'ombre étant nulle à Syene , le centre du soleil étoit précisément au zenith de cette ville , au lieu qu'à Alexandrie , en mesurant la longueur de l'ombre & prenant sans doute le terme de l'ombre forte , il diminuoit la distance du soleil au zenith , & la distance des deux villes , de la valeur du demi-diamètre du soleil , ou d'environ 15 à 16 minutes. Nous avouons que nous avons peine à croire qu'Eratosthenes , qui avoit des armilles , n'ait pas fait l'observation avec un de ces instrumens ; nous avons aujourd'hui la latitude d'Alexandrie de 31° 11' ; & si Syene étoit réellement sous le tropique , fixé à 23° 51' , la distance de ces deux villes étoit de 7° 20'. Eratosthenes ne se feroit donc trompé que d'environ 8' ; ce qui n'excede que de 3' les limites que nous avons cru pouvoir assigner aux erreurs des observations anciennes. D'ailleurs on peut très-bien attribuer quelques minutes à la distance du centre du soleil au zenith de Syene : il n'y avoit point d'ombre à midi dans cette ville le jour du solstice , mais ce phénomène peut avoir lieu , quoique le centre du soleil soit éloigné du zenith de quelques minutes. Enfin l'erreur totale de la mesure du degré par Eratosthenes n'est que de 2400 toises , & en corrigeant son calcul , en réduisant les 5000 stades de la distance de

(a) Mém. de l'Acad. des Inscip. Tome XXIX , p. 250.

Syene à Alexandrie aux 4889, qui sont dans le sens du méridien, en portant à $7^{\circ} 20'$ la distance céleste, on a 666 stades au degré, lesquels, à raison de 83 toises 3 pieds 7 pouces 2 lignes pour chaque stade, font 57009 toises, ce qui est à 60 toises près, la valeur du degré telle que nous l'avons trouvée en France.

§. X. I. X.

M. DANVILLE pense que l'observation d'Eratosthenes avait été vérifiée au solstice d'hiver, & que de la comparaison des ombres il résulteroit que Syene étoit éloignée d'Alexandrie de la cinquantième partie de la circonférence du méridien (a). Mais si, comme nous n'en doutons point, l'observation a été faite avec des armilles, elle n'a pas eu besoin de vérification.

Nous remarquons (b) que, suivant Eratosthenes, Syene avoit 24° de latitude; or, puisqu'elle étoit éloignée d'Alexandrie de $7^{\circ} 12'$ on en conclut la latitude de cette dernière ville de $31^{\circ} 12'$ entièrement conforme à celle qui résulte des mesures modernes. Le même Eratosthenes faisoit, comme nous l'avons dit, l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 51'$; mais Syene, quoiqu'elle eût une latitude de 24° , parut être sous le tropique, n'eut point d'ombre à midi au solstice, tant qu'au tropique du capricorne, le bord du soleil a eu plus de 24° de déclinaison; ce phénomène a donc pu avoir lieu pendant plus de 3 à 4000 ans; au tems d'Eratosthenes, ce bord excédoit encore de 6 à 7'. Il suit de ces réflexions que les deux observations d'Eratosthenes, de la latitude de Syene de 24° , de la distance solsticielle du soleil au zenith d'Alexandrie de $7^{\circ} 12'$, sont confirmées par la latitude d'Alexandrie, qu'Hypparque avoit observée de $30^{\circ} 58'$, & qui, comme nous l'avons dit (c), doit être corrigée & portée à $31^{\circ} 13'$. L'exactitude de ces trois observations anciennes est démontrée par celle de M. de Chazelles, qui fait la latitude d'Alexandrie de $31^{\circ} 11'$. Il y a donc un accord remarquable entre les deux déterminations d'Eratosthenes de la mesure de la terre & de l'obliquité de l'écliptique; les résultats s'appuient & se confirment mutuellement.

§. X. X.

RICCIOLI a tort de vouloir faire influencer sur la détermination de l'obliquité de l'écliptique l'erreur qu'Eratosthenes a, dit-on, commise sur la

(a) Mém. Acad. Insc. T. XXVI, p. 94.
(b) Strabon, *Geog. Lib. II.*

Mém. Acad. Insc. T. XXV, p. 101.
(c) *Suprà*, p. 457.

mesure de l'arc céleste, compris entre Syène & Alexandrie; erreur qui feroit de la valeur du demi-diamètre du soleil (a). Riccioli suppose qu'Ératosthenes avoit observé la latitude d'Alexandrie de $32^{\circ} 4'$, de laquelle ôtant $7^{\circ} 12'$ pour la distance d'Alexandrie à Syène, on a $23^{\circ} 52'$ pour la latitude de cette dernière ville: & comme elle étoit précisément sous le tropique, Ératosthenes en avoit conclu la distance de ce cercle à l'équateur, ou l'obliquité de l'écliptique de la même quantité. Or, en suivant toujours Riccioli, si l'on corrige la distance de $7^{\circ} 12'$, & qu'on y ajoute les $15'$ dont elle étoit trop petite; si l'on ôte cette distance, ainsi corrigée, de la latitude déterminée par Hypparque de $30^{\circ} 58'$, il restera $23^{\circ} 31'$, obliquité de l'écliptique fort différente de celle qu'on déduit naturellement de l'observation d'Ératosthenes. Mais Riccioli fait ici une infinité de suppositions forcées. 1°. Il dit qu'Ératosthenes s'est servi d'un scaphé, ou cadran à stile, qui ne pouvant être que très petit, n'étoit susceptible d'aucune précision. Il est vrai que Cléomède (b) dit *gnomones horologium*, ce qui signifie sans doute les cadrans à stiles. Mais n'est-il pas possible que Cléomède, venu 200 ans après Ératosthenes, se soit trompé sur cette circonstance? Il est de toute évidence qu'Ératosthenes faisoit usage des armilles. 2°. Il est assez singulier que Riccioli regarde la distance de $7^{\circ} 12'$ comme observée par un gnomon, & affectée de l'erreur du demi-diamètre du soleil, & qu'en même tems il regarde la latitude $30^{\circ} 58'$ comme exempte de cette erreur. C'est arranger les choses pour arriver à son but, c'est faire prêter les observations aux résultats qu'on veut obtenir. Nous avons pensé au contraire que la latitude de $30^{\circ} 58'$ avoit été déterminée par un gnomon, parce qu'elle diffère de $13'$ de celle qui a été observée par M. de Chazelle, & que cette différence, presque égale au demi-diamètre du soleil, semble indiquer elle-même la cause de l'erreur. 3°. Il n'est point naturel qu'Ératosthenes ait commencé par l'entreprise de mesurer la terre, l'obliquité de l'écliptique est le premier élément qu'il a dû vérifier. Avant lui elle étoit établie de 24° . 4°. Puisqu'il avoit su observer la latitude d'Alexandrie, puisqu'il avoit pu déterminer la distance du soleil au zénith dans le solstice d'été, il auroit pu le faire aussi aisément dans le solstice d'hiver, pour conclure la distance des tropiques: alors les deux observations étant également affectées de l'erreur du demi-diamètre du soleil, leur différence en auroit été exempte, & le résultat

(a) Riccioli, *Almag. L. III, c. 27, p. 163.*

(b) *De mundo, Lib. c. 10.*

feroit exact. 5°. Dans la supposition de Riccioli , Eratosthenes nous auroit donné la quantité de l'obliquité de l'écliptique , & non pas la distance des tropiques. Il auroit dit que celle-là est de 23° & tant de parties , au lieu qu'il nous dit que celle-ci est de 47° avec plus de $\frac{2}{3}$ & moins de $\frac{1}{3}$; ce qui prouve que c'est cette dernière quantité qu'il avoit déterminée. 6°. Hypparque & Ptolémée ont trouvé l'obliquité de l'écliptique précisément comme Eratosthenes ; ceux-ci avoient des armilles , on n'en peut douter , puisqu'elles sont décrites dans l'Almageste : si l'observation d'Hypparque & de Ptolémée n'est point affectée de l'erreur du demi-diamètre du soleil , celle d'Eratosthenes en est également exempte ; on ne peut donc objecter à l'une comme à l'autre que l'erreur de l'instrument , apprécié dans les paragraphes précédens. Nous avons cru cette discussion nécessaire , parce qu'il est du devoir de l'historien de l'astronomie de fixer , aussi précisément qu'il le peut , les connoissances de chaque siècle , & de marquer en même tems le degré de confiance qu'on peut leur accorder.

§. XXI.

NOUS avons dit que Conon avoit placé dans le ciel la chevelure de Berenice : en effet cette constellation est postérieure à Aratus , qui n'en parle point. Callimaque avoit fait sur ce sujet un poëme que Catulle a traduit en vers latins. Ces deux poëtes disent que Conon observa le premier la chevelure de Berenice (a).

*Omnia qui magni despexit lumina mundi ,
Qui stellarum ortus comperit atque obitus.
Flammeus ut rapidi solis nitor obscuretur ,
Et cedant certis fœdera temporibus ,
Idem me ille Conon caelesti lumine vidit ,
Ex Bereniceo vertice Casariem (b).*

Dosithee de Colones dans l'Attique , vécut vers 100 ans avant J. C. Il fut au nombre des astronomes qui s'occupèrent de l'observation du lever & du coucher des étoiles ; voilà tout ce que nous avons à en dire. Il est cité par Geminus , Ptolémée & Pline (c).

§. XXII.

NOUS avons attribué à Apollonius de Perge l'invention des épicycles , Théon (d)

(a) Achilles Tatius , c. 14.

(b) Catulle , *Epigr.* 67.

(c) Geminus , c. 16.

Ptolémée , de *Apparentiis*.

Pline , *Lib. XVIII* , c. 31.

(d) Bouillaud , *Astr. phil. in proleg.* p. 10.

penſe cependant qu'ils ont été connus de Platon. Ce philoſophe parle , à la fin des livres de ſa république , de petits cercles adaptés à d'autres cercles , ce qui reſſemble aſſez aux épicycles. Théon ajoute même que Platon ne penſoit pas que les planètes fuſſent portées par des ſphères , mais ſeulement par des cercles. Si la première idée des épicycles n'eſt pas due à Apollonius ; c'eſt lui qui en fixa les proportions , & qui en démontra les propriétés ; la démonſtration eſt la ſeconde , & peut-être la véritable invention.

D'après l'idée que nous avons donnée des épicycles , on voit que lorsque la planète décrit la partie inférieure de ce petit cercle , cette planète & le centre de l'épicycle allant du même ſens , la vitesse eſt ſeulement augmentée , mais dans la partie ſupérieure , la vitesse paroît diminuée , parce que la planète & le centre de l'épicycle vont en ſens contraire. On conçoit qu'il ne s'agit plus que d'établir une certaine proportion entre les diamètres de l'épicycle & du déférent , ainſi qu'entre les vitesses de la planète dans l'épicycle , & du centre de cet épicycle dans le déférent , pour expliquer tous les phénomènes des ſtations & des rétrogradations , qui ont lieu dans les mouvemens des cinq planètes. Apollonius démontra qu'il n'y auroit pas de rétrogradation , ſi le rayon de l'épicycle n'étoit plus grand par rapport au rayon du déférent , que la vitesse du centre de l'épicycle , par rapport à la vitesse de la Planète. par exemple , dans l'orbite de Jupiter , ſuivant cette ancienne théorie , le rayon de l'épicycle eſt $\frac{1}{7}$ du déférent , tandis que la vitesse du centre de l'épicycle n'eſt que $\frac{1}{12}$ de la vitesse de la planète. Il ſuit de là que dans l'apogée A de l'épicycle (*fig. 17*) , où le mouvement de la planète A vers D eſt contraire à celui du centre C de cet épicycle , les angles ACD , décrits dans un tems quelconque , vus de la terre , ſeront preſque doubles des angles TCE décrits par le centre dans le même tems , & la planète paroîtra rétrograde. Vers le périſſée , ces angles *a C d* ſeront preſque triples des angles CTE , mais le mouvement de la planète *a* & du centre C étant dans le même ſens , elle ſera toujours directe. Lorsque vers F , G , dans des poſitions intermédiaires , les angles *a C d* , vus obliquement , pourront paroître égaux aux angles CTE , la planète ſera ſtationnaire , c'eſt-à-dire ſans mouvement. Voilà le théorème fondamental de toute la théorie des épicycles.

Si l'arc AD eſt de douze degrés , & l'arc CE d'un degré , l'arc AD , vu de la terre T , & d'une diſtance ſix fois plus grande que le rayon de

l'épicycle paroîtra sous un angle CTD de deux degrés , & double de l'angle CTE. Vers *a* , ce même arc de douze degrés fera vu d'une distance quatre fois plus petite que le rayon de l'épicycle , il paroîtra sous un angle CTD de 3° , la planète ira du même sens que le centre de l'épicycle , & le précédera avec une vitesse de deux degrés.

Nous croyons que l'invention des épicycles , ou du moins la méthode de régler leurs proportions appartient à Apollonius , parce que nous ne voyons dans l'école d'Alexandrie aucun astronôme à qui l'on puisse l'attribuer ; elle est antérieure à Hypparque & à Ptolémée. Nous connoissons assez les travaux d'Aristarque & d'Eratoſthènes , pour croire que si cette invention leur étoit due , il en seroit fait mention dans leurs ouvrages , ou dans Strabon , Plin & Plutarque , qui les ont tant cités ; ainsi nous ne voyons qu'Apollonius à qui elle puisse convenir , & le théorème que nous venons de rapporter est une raison de le présumer.

§. XXXIII.

Nous avons dit que l'invention des clepsidres étoit de la plus haute antiquité ; nous avons fait voir que l'usage de ces horloges devoit être antérieur à l'usage du cercle divisé , qui est lui-même très-ancien ; que les clepsidres paroissent avoir été connues à la Chine dès les commencemens de la monarchie ; la fable du cinocéphale prouve qu'elles ont été connues en Egypte dans de pareils commencemens , c'est-à-dire , dans le tems des fables. Les Indiens , qui n'ont point d'usages nouveaux , ont un petit bateau percé par le fond , qui est une espèce de clepsidre. Si l'on veut des preuves d'un autre genre , il est constant que Platon en introduisit l'usage dans la Grece , & Scipion Nasica dans Rome (*a*). César , lorsqu'il passa en Angleterre , y trouva l'usage des clepsidres assez généralement répandu pour qu'il observât , par le moyen de ces instrumens , que les nuits étoient plus courtes dans ce climat que dans celui d'Italie (*b*). Il est donc évident que Ctesibius ne peut être l'inventeur de ces horloges ; si on lui en a fait honneur , c'est que sans doute il les a perfectionnées , en y appliquant les inventions des mathématiciens de l'école d'Alexandrie.

(*a*) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 235 & 438.

(*b*) Comment. de César. Encyclopédie , art. horloge.

§. XXIV.

Les machines ingénieuses que nous avons décrites, n'étoient certainement pas communes (a). On peut croire qu'il y en avoit de plus simples, qui mesuroient grossièrement le tems, & qui étoient pour l'usage particulier & domestique. M. Falconnet (b) paroît penser que ces horloges étoient si communes à Athenes, que les particuliers en portoient sur eux. Il se fonde sur un passage d'Athénée : *il regarde si souvent ce qu'il porte, qu'on croiroit qu'il porte une horloge*. Mais nous nous étonnons qu'un si habile critique s'y soit trompé. Ce passage ne signifie point cela, il semble signifier le contraire. Il ne pouvoit y avoir à Athenes que des clepsidres; comment porter sur soi des horloges d'eau?

Batton, un ancien comique, qui vivoit trente ou quarante ans après Aristote, parle d'une horloge qui se portoit comme une bouteille (c); mais il est évident que cette clepsidre ne pouvoit servir à marquer l'heure; elle avoit sans doute l'usage de nos sabliers; elle mesuroit de petits intervalles. Une clepsidre, propre à en mesurer de plus grands, comme celui d'un jour, devoit être en repos sur un plan de niveau.

§. XXV.

VOILA tout ce que l'antiquité a pu nous fournir de connoissances sur les clepsidres; on voit qu'elles étoient portées à un certain degré de perfection. Il seroit intéressant de savoir l'usage qu'on en pouvoit faire dans l'astronomie. On a pensé que Ptolémée les avoit rejetées; mais il faut observer que c'est dans une occasion particuliere. Il s'agit de mesurer le diametre du soleil; & il dit que l'ancienne méthode des Egyptiens par les clepsidres (d) ne vaut rien. On n'en doit pas conclure que les astronomes ne s'en servissent jamais. Il est vrai que l'antiquité ne nous donne aucune lumiere à cet égard; Ptolémée, dans son *Almageste*, n'en parle qu'à l'endroit que nous venons de citer. Mais il ne veut pas qu'on s'en serve pour déterminer le tems que le diametre du soleil emploie à s'élever sur l'horizon, c'est que la méthode elle-même est défectueuse (e); c'est que peut-être ces horloges n'avoient point de divisions assez petites pour mesurer

(a) *Suprà*, p. 65 & suiv.(b) *Mém. de l'Acad. des Inscrip. T. XX, P. 447.*

Tome I.

(c) *Ibid.* Tome IV, p. 154.(d) *Almag. Lib. V, c. 14.*(e) *Hist. de l'Astron. anc. p. 173.*

Nnn

de si petits intervalles. Mais on peut conclure de la méthode d'Hypparque pour déterminer la différence des méridiens par les éclipses de lune, que les anciens employoient les clepsidres dans l'astronomie. Les cadrans ne servoient point pour ces éclipses, qui n'arrivent que la nuit. Comment auroient-ils fixé la différence des méridiens de 3^h entre Arbelle & Carthage (a), de 50' entre Babylone & Alexandrie, si les astronomes de ces deux villes n'avoient pas fait usage des clepsidres. Nous croyons cependant que cet usage fut borné là. Elles indiquoient l'heure des observations; mais le tems n'étoit pas venu, où le mouvement égal & uniforme d'une horloge devoit représenter avec exactitude le mouvement diurne, & mesurer par ses divisions les plus petites parties de l'équateur. Les astronomes d'Alexandrie avoient cependant une autre manière de déterminer l'heure, c'est par le point de l'écliptique, ou de l'équateur, qui se trouvoit au méridien au moment de l'observation. Ptolémée rapporte qu'il observa le lieu de Saturne, lorsque le Soleil étoit dans 28° 41' du Sagittaire, & le dernier degré d'Aries dans le méridien (b). Cette circonstance du point de l'écliptique, qui se trouve au méridien, n'est marquée que pour indiquer l'heure par la distance du soleil à ce cercle où il a marqué le milieu du jour. On y reconnoît la méthode dont Purbach, Regiomontanus & les premiers astronomes modernes se sont servis pour avoir l'heure; méthode, qui a été perfectionnée par Tycho (c).

§. XXXVI.

M. JOACHIM HELLER a publié à Nuremberg, en 1549, un écrit d'un Juif sur les intervalles des regnes, & sur les années & les mois des différens peuples, où l'on trouve (d) une division de l'heure en 1080 parties, qui est fort singulière. Nous trouvons ailleurs (e) que l'on attribue aussi cette division aux Perses & aux anciens Arabes. On prétend encore (f), que les anciens, pour la commodité du calcul, multiplioient les douze parties du jour par un nombre quelconque, par 30, 60, 90, & le jour avoit, en conséquence, 360, 720 ou 1080 parties. On pourroit croire que c'est de cette pratique qu'est venu l'usage de diviser l'heure en 1080 parties; mais tous les calculs, tous les nombres de ce Juif

(a) *Ptolem. Geog. Lib. I, c. 4.*

(b) *Almag. Lib. XI, c. 6.*

(c) *Suprà, p. 400.*

(d) *Voyez cet écrit, c. 1.*

(e) *Scaliger, de emend. temp. Lib. I.*

Riccioli, *Almag. T. I, p. 8.*

(f) *Scaliger, notes sur Manilius, page*

sont donnés conformément à cette division ; & si les peuples que l'on cite s'en servoient également , un usage constant peut-il être fondé sur une multiplication aussi arbitraire que celle dont nous venons de parler. Ce Juif est du douzième ou treizième siècle , & nous avions pensé que les Arabes de cette époque , ayant comme nous le pendule , ils pouvoient avoir eu une division de l'heure , née des vibrations d'un long pendule. Mais chacune de ces 1080 parties de l'heure étant de $3''\frac{1}{2}$, il faudroit un pendule de 33 ou 34 pieds. Nous avouons qu'il n'est pas naturel de supposer un pareil pendule ; & puisque nous n'avons point trouvé de rapprochemens à faire pour nous éclairer sur cette singularité , nous nous contentons de l'avoir indiquée.

Quoi qu'il en soit de toutes ces divisions , dont on ne peut pas toujours assigner ni l'origine , ni la date , il est certain que dans l'Ecole d'Alexandrie on se servoit , pour l'usage civil des vingt-quatre heures inégales , & pour le calcul astronomique , de la division du jour en 60 minutes , chacune en 60 secondes , &c. (a).

(a) Voyez l'Almageste.



ÉCLAIRCISSEMENTS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SECOND,

D'Hypparque & de ses successeurs jusqu'à Ptolémée.

§. PREMIER.

Les premières observations d'Hypparque furent des levers & des couchers d'étoiles. Il ne nous en est rien resté, si ce n'est ce que Ptolémée en a conservé dans son calendrier écrit en grec, traduit par le P. Petau (a). Hypparque y est cité pour des observations faites dans les climats de 13, 14 & 15 heures; ce sont les climats de Meroë, ville de l'Éthiopie, d'Alexandrie & de l'Helléspont. Hypparque observa donc vers l'Helléspont, ou vers 40 ou 41°; c'est à peu près la latitude de la Bythinie. On sait qu'il observa à Alexandrie, & si on ne veut pas penser qu'il ait passé le tropique, pour aller faire des observations en Éthiopie, on pourra croire qu'il a recueilli celles qui y furent faites de son tems.

Il a été appelé tantôt Bythinien, du nom de sa patrie, tantôt Rhodien, du nom de l'île où il avoit fait quelques observations. On a peine à comprendre comment Riccioli, trompé par ces deux surnoms, a fait deux astronomes du seul Hypparque : par le calcul des observations qu'il leur attribue, il trouve qu'ils étoient contemporains (b); c'étoit une raison de croire qu'il n'y avoit eu qu'un seul Hypparque; & il auroit fallu du moins produire les motifs qu'il avoit de penser autrement.

(a) Uranologion.

(b) Almag. Tome I, p. XXXVI.

§. I I.

HYPPARQUE, après avoir déterminé la longueur de l'année, examina les différentes périodes qui lui étoient connues. Il remarqua que celle de Méton, qui, suivant Callippe, étoit en erreur d'un jour au bout de 76 ans, en supposant l'année de $365\frac{1}{4}$, étoit par sa nouvelle détermination, en erreur de $\frac{1}{2}$ au bout de quatre fois 76, ou de 304 ans; & que la période de Calippe, dans le même intervalle, ne s'écartoit du mouvement du soleil que d'un jour seulement: il s'ensuit qu'au bout de six siècles il y auroit eu deux jours de trop; c'étoit l'erreur de la fameuse période de 600 ans, suivant Hypparque (a). Nous ne croyons point qu'elle ait été inconnue à cet astronôme, quoiqu'on pense communément le contraire, & nous nous fondons sur un passage de Pline, que nous avons déjà cité. Pline dit qu'Hypparque avoit prédit pour 600 ans le cours du soleil & de la lune (b). Pourquoi ce compte de 600 années, s'il n'avoit pas fait usage de l'ancienne période, en la corrigeant par ses nouvelles déterminations, qu'il croyoit plus exactes? On a cru qu'il avoit composé des éphémérides pour cet intervalle de tems, mais Hypparque, ébauchant l'astronomie, étoit trop réservé pour hasarder une pareille entreprise (c). M. de Montucla pense avec raison que Pline avoit en vue les tables du soleil & de la lune, dont, par une défiance qui mérite des éloges, Hypparque borna sans doute l'exactitude à l'espace de 600 années.

§. I I I.

Nous sommes persuadés que cet astronôme n'auroit eu aucune confiance dans la durée de l'année déterminée de $365^j\ 5^h\ 55' \ 12''$ par l'observation des solstices, s'il n'avoit eu quelque autre raison pour la croire bonne. Nous avons été conduits à cette idée par un rapport assez singulier. Les Chaldéens avoient une année sidérale de $365^j\ 6^h\ 11'$; nous avons vu qu'Aristarque la faisoit de $365^j\ 6^h\ 10' \ 13''$ ou $49''$ (d). Quand Hypparque eut découvert le mouvement des étoiles en longitude, ou la rétrogradation des points équinoxiaux & solstitiaux, il vit qu'il falloit distinguer deux révolutions du soleil, l'une à l'égard des étoiles, qui excède $365^j\ 6^h$, & qu'on peut appeler sidérale, l'autre à l'égard des équinoxes ou des solstices, qui est plus

(a) Ptolémée, *Almag. Lib. III, c. 2.*(b) *Ibid. Lib. III, c. 12.*(c) M. de Montu. *Hist. des Mat. T. I, p. 271.*(d) *Suprà, p. 449.*

courte que $365^{\text{d}} 6^{\text{h}}$, & que nous nommons l'année tropique (a). En effet, en supposant le soleil en conjonction avec une étoile placée dans l'équinoxe, après une année, il reviendra à cet équinoxe avant de rencontrer l'étoile, qui s'est avancée le long de l'écliptique. La différence des deux années tropique & sidérale est donc le tems que le soleil emploie à parcourir l'espace dont l'étoile s'est avancée en longitude; cet espace étoit de $36''$ par an, à raison d'un degré en cent ans, suivant Ptolémée, & sans doute suivant Hypparque. Cet astronôme aura conclu de ce rapport qu'il étoit possible de déterminer l'une de ces années par le moyen de l'autre : il aura pris la plus courte des deux années d'Aristarque, d'où retranchant $14' 37''$ que le soleil emploie à parcourir $36''$ de degré, il en aura conclu une année tropique de $365^{\text{d}} 5^{\text{h}} 55' 36''$. Appuyé par cette nouvelle détermination, il s'est cru autorisé à avoir quelque confiance dans celle qu'il avoit établie sur l'observation des solstices, & qui en diffère infiniment peu.

§. I V.

REMARQUONS que Ptolémée, qui rechercha après Hypparque la longueur de l'année, & qui la trouva, comme lui, de $365^{\text{d}} 5^{\text{h}} 55' 12''$, a bien l'air d'avoir arrangé les observations en conséquence : il auroit dû connoître l'erreur d'Hypparque; il se sert de solstices éloignés de 571 ans, & d'équinoxes éloignés de 285 ans. Nous abandonnons la détermination par les solstices, comme trop douteuse; mais en se servant des équinoxes, il n'auroit pas dû se tromper, comme Hypparque, de plus de $6'$: il faudroit supposer une erreur de $30^{\text{h}} 52'$ sur les deux observations, ou de $15^{\text{h}} \frac{1}{2}$ environ sur chacune. Nous avons peine à croire qu'on pût se tromper ainsi sur l'observation de l'équinoxe. On voyoit alors d'un jour à l'autre une différence très-sensible dans l'ombre projetée sur les armilles, & quand l'équinoxe n'arrivoit pas de jour, il devoit être toujours possible d'en estimer le moment à 6^{h} près; c'est la précision que Ptolémée assigne lui-même à cette espèce d'observation (b). Il ne devoit donc s'écarter tout au plus que de $3'$. Il est vrai que, comme Ptolémée le remarque, la position du cercle équatorial fixe pouvoit changer; en outre, la réfraction horizontale, toujours variable, pouvoit encore produire quelque erreur, en accélérant l'équinoxe du printems, lorsqu'il arrivoit le soir ou le matin. C'est sans doute en vertu de cette cause qu'Hypparque a vu deux fois éclairée dans

(a) Ptolémée, *Almag. Lib. III, c. 2.*(b) *Ibid.*

un même équinoxe la partie inférieure du cercle des armilles (a). Tout cela suffiroit bien pour justifier Ptolémée, si son résultat, sans être exact, étoit différent de celui d'Hypparque; mais il est le même, & on a de la peine à s'empêcher de croire que Ptolémée a fait prêter les observations pour les faire quadrer avec les déterminations d'Hypparque.

§ V.

EN observant deux éclipses de lune arrivées près de l'épi de la Vierge, Hypparque crut s'appercevoir que la longueur de l'année n'étoit pas constante. Par l'une de ces éclipses, il trouva que l'étoile précédoit l'équinoxe de $6^{\circ} 3'$, & par l'autre seulement de $5^{\circ} 5'$; il en conclut que cette différence de position étoit due au soleil, dont il se servoit pour déterminer le lieu de l'étoile, & que les retours de cet astre, à la même distance de l'étoile, ne s'étoient pas faits en tems égaux. Cependant il avouoit lui-même, dans son livre *du Changement des points équinoxiaux*, qu'il n'avoit jamais trouvé une quantité assez sensible pour établir cette variation. Il dit de plus qu'elle n'a jamais surpassé trois quarts de jour; ce seroit beaucoup: mais Ptolémée fait voir que la différence n'a jamais excédé les bornes des erreurs de l'observation (b).

§. VI.

BOVILLAUD remarque qu'Hypparque & Adraсте (nous ignorons ce qu'étoit cet Adraсте) ayant rejeté l'hypothèse monstrueuse des homocentriques, s'emparèrent des excentriques & des épicycles, & en firent les fondemens de leur calcul. Ce qui fit adopter ces hypothèses à Hypparque, c'est la découverte de l'inégalité du soleil: il la représenta d'abord par un épicycle.

Soit (fig. 18) ABP l'orbite du soleil autour de la terre, qui est en C; soit l'épicycle KGS, & le soleil en S; pendant que le centre de l'épicycle A décrit le cercle ABP, le soleil S décrit l'épicycle KGS, & cela dans un tems égal. Le centre A de l'épicycle étant parvenu en B, le soleil est en D, il paroît moins avancé qu'il ne devoit l'être de la valeur de l'arc ou de l'angle BCD, puisque par son mouvement uniforme, il devoit être vu en B, dans la direction CB. De l'autre côté, le centre de l'épicycle étant en H, le soleil est en M, & sa longitude est augmentée

(a) *Almag. Lib. III, c. 2.*(b) *Ibid.*Mémoires de l'Académie des Sciences,
1702, p. 43.

de l'angle MCH, comme elle étoit diminuée en B. Il n'y a qu'en S & en N que le soleil soit vu dans le même point, ou dans la même direction où il seroit vu, si sa vitesse étoit toujours la même; avec cette différence seulement qu'en S, il est plus éloigné de la terre C, qu'il ne l'est en N de toute la quantité du diamètre de l'épicycle. Dans les positions intermédiaires, le centre de l'épicycle étant en P & le soleil en O, l'inégalité, qui diminue n'est plus représentée que par l'angle OCP. Il est clair qu'il ne s'agit, pour représenter les diminutions & les accroissemens de la vitesse du soleil, que de déterminer la grandeur de l'épicycle, de manière que l'angle BCD soit égal à la plus grande inégalité du soleil. Hypparque trouva que le rayon de cet épicycle devoit être au rayon du déférent comme 5 est à 120 (a).

Il représenta ensuite cette inégalité par un cercle excentrique.

Soit (fig. 19) AEBD l'écliptique, C le centre où est placée la terre; soit H NOM l'excentrique, l'orbite du soleil qu'il décrit uniformément; il est évident que du point C, le soleil rapporté à l'écliptique AEBD, paroîtra décrire la partie DAE, dans un tems beaucoup plus court que la partie DBE, puisque dans la première il ne décrira dans son orbite que l'arc MON, tandis que dans la seconde il décrira tout l'arc MHN. On conçoit que la proportion de l'inégalité dépend de la distance des deux centres qu'on appelle l'excentricité.

Il trouva l'excentricité CI de $2\frac{1}{2}$ parties, dont le diamètre en contient 120.

Il en résulte que la plus grande inégalité du soleil étoit de $2^{\circ} 23'$. Ensuite il ne fut pas difficile de distribuer cette inégalité relativement à chaque point de l'orbite du soleil, en supposant que le mouvement égal autour du point I, est vu par un œil placé au point C.

Les points S dans l'épicycle, & le point H dans l'excentrique, où l'inégalité est nulle, où le soleil est le plus éloigné de la terre est l'apogée; que Ptolémée appelle le point de la plus grande longitude. Hypparque détermina qu'il étoit placé dans $5^{\circ} \frac{1}{2}$ des Gémeaux, à $24^{\circ} \frac{1}{2}$ de distance du solstice d'été. Le point N dans l'épicycle, & le point O dans l'excentrique, où l'inégalité est nulle aussi, mais où le soleil est le plus près de la terre, est le périgée, que Ptolémée appeloit le point de la plus petite longitude (b).

(a) Ptolémée, Almag. L. III.

(b) Almag. Lib. III, c. 4.

Il est bon de remarquer que Ptolémée donne toutes ces déterminations comme les siennes, mais elles sont d'Hypparque, 1°. parce qu'Hypparque s'étant toujours servi du lieu du soleil comme d'un terme de comparaison, auquel il rapporte le lieu de la lune & des étoiles, avoit besoin de tables où les mouvemens du soleil fussent représentés. 2°. Ptolémée n'y a pas même fait de corrections; si cela étoit, il n'auroit pas manqué de le dire, comme il a eu soin de le faire dans d'autres occasions. Au contraire dans celle-ci, il est dit expressément (a) que ses déterminations sont conformes à celles d'Hypparque. Elles appartiennent donc à cet astronôme.

§. V I I.

Nous avons revendiqué en l'honneur d'Hypparque la découverte de l'équation du tems, quoique Ptolémée ne le cite point (b). Il nous paroît difficile qu'elle ait échappé à cet habile astronôme; nous avons d'ailleurs une raison décisive que nous dirons dans son lieu.

Hypparque connut les deux causes d'inégalité, qui naissent & de l'inégalité même du mouvement du soleil dans l'écliptique, & de l'obliquité de ce cercle sur l'équateur. Il dit que leurs effets ne sont pas sensibles d'un jour à l'autre, mais qu'ils le deviennent, en s'ajoutant les uns aux autres pendant un certain nombre de jours. Il s'étoit fort trompé sur la quantité de cette équation, qu'il faisoit de 33' 20"; ce qui, du tems où elle est soustractive, au tems où elle est additive, pouvoit faire une différence de 1^h 6' 40".

L'équation du tems calculée aujourd'hui rigoureusement, n'est qu'à peu près le tiers de cette quantité.

Ptolémée dit, & sans doute d'après Hypparque, qu'elle est négligeable dans les observations, excepté dans celles de la lune. En effet dans l'ébauche des théories astronomiques, l'incertitude, même d'une heure, ne produisoit que 2 à 3' sur le lieu du soleil, & moins sur celui de quelques autres planètes; quantité à peu près équivalente à l'erreur des observations de ce tems. Quant à la lune, la différence pouvoit aller à 36' sur la longitude; il falloit y avoir égard: aussi Ptolémée n'y manque-t-il pas dans les calculs qu'il nous a laissés. •

Cette inégalité des jours seroit bien plus grande, si on comptoit le jour d'un lever ou d'un coucher du soleil à l'autre. Elle ne dépendroit plus de

(a) *Almag. Lib. III, c. 4.*

Tome I.

(b) *Ibid. c. 10.*

l'ascension droite, mais de l'ascension oblique du soleil. Il y auroit encore un autre inconvénient : c'est que les ascensions obliques n'étant pas les mêmes dans les différens climats, & croissant avec l'obliquité de la sphere, l'équation varieroit en conséquence, selon les latitudes ; c'est ce qui décida Hypparque à compter le jour d'un midi à l'autre. *Hâc de causâ*, dit Ptolémée, *diei naturalis principium non ab ortu solis aut occasu, sed à meridie constituimus*, &c. Riccioli (a) pense qu'Hypparque commençoit le jour à minuit, ce qui reviendrait au même. Peut-être auroit-il voulu se conformer à l'ancien usage des Egyptiens ; mais il est bien plus naturel de commencer le jour astronomique au moment, où on observe plus particulièrement le soleil, dont le mouvement regle la durée du jour. Cette raison a dû guider Hypparque ; & d'ailleurs si Ptolémée eût fait quelque changement à cet égard, il n'auroit pas manqué de le faire remarquer.

§. VIII.

HYPPARQUE, passant de la recherche des mouvemens du soleil à celle des mouvemens de la lune, trouva de grandes ressources dans l'astronomie & dans les périodes des Chaldéens. Nous avons vu (b) que leurs astronomes avoient deux périodes, l'une de $6585\frac{1}{2}$, pendant laquelle la lune faisoit 239 révolutions à l'égard de l'apogée, 242 à l'égard du nœud, & 241 révolutions, plus $10^{\circ} 40'$ dans le zodiaque, ou à l'égard d'une même étoile. La seconde période étoit celle de 19756 $\frac{1}{2}$, que l'on avoit obtenue, en triplant la première, pour éviter la fraction d'un tiers de jour. Ces périodes n'embrassent que des révolutions moyennes, que les Chaldéens connoissoient assez bien (c). Hypparque, pour les perfectionner, compara toutes les observations qu'il avoit recueillies avec les siennes, & il trouva que dans l'intervalle de 4267 mois, ou de 126007 jours & une heure, la lune faisoit 4573 révolutions à l'égard de son apogée, & 4712 révolutions moins $7^{\circ} \frac{1}{2}$ à l'égard du zodiaque, ou des étoiles. Mais la latitude, & par conséquent les éclipses, ne reviennent les mêmes qu'au bout de 5458 mois, pendant lesquels la lune fait 5923 révolutions à l'égard de son nœud. Ce sont ces longues périodes, qui ont fait dire à Dominique Cassini (d), qu'Hypparque s'étoit servi d'observations très-anciennes. Hypparque trouva

(a) Almag. Tom. I, p. 34.

(b) Astron. anc. p. 139

(c) Ibid. p. 371.

(d) Mém. Acad. Sc. T. VIII, p. 586.

encore une période de 251 mois pendant lesquels la lune faisoit 269 révolutions à l'égard de son apogée (a).

De tout cela on déduit ainsi ces différentes révolutions, telles qu'Hypparque les établissoit.

Révolutions de la lune,	Suivant Hypparque.	Suiv. les modernes.
A l'égard du soleil.	29 12 44' 3" $\frac{1}{4}$	29 12 44 3 (b)
De l'apogée.	27 13 18' 34" $\frac{2}{3}$	27 13 18 34
Du nœud.	27 5 5' 35" $\frac{4}{5}$	27 5 5 35
Du zodiaque.	27 7 43' 13"	27 7 43 12

On voit qu'Hypparque avoit perfectionné les moyens mouvemens qu'il avoit trouvés établis chez les Chaldéens (c), & cet astronôme les avoit aussi bien déterminés qu'ils le sont aujourd'hui. Tout ce que nous avons pu faire sur ce point, a été d'égaliser les anciens, qui avoient derrière eux une suite d'observations, laquelle n'existoit plus, ni aucune autre pareille, quand l'astronomie a recommencé chez nous. Observons encore que quelque petites que soient les différences de ces révolutions d'Hypparque aux révolutions que nous observons aujourd'hui, toutes ces différences sont en excès; elles sont par conséquent favorables à l'opinion, déjà bien fondée, que le mouvement de la lune s'accélère.

§. I X.

Il est impossible qu'Hypparque ne soit pas l'auteur de la découverte de la parallaxe, quoique Ptolémée ne le dise pas expressément. Il n'auroit pu faire usage des observations de la lune affectées de cette erreur. On a vu que la lune lui servit à déterminer le lieu des étoiles; d'ailleurs il y a un passage de Plin où cet auteur semble avoir cette découverte en vue. *Post eos utriusque sideris cursum in sexcentos annos præcinit Hypparchus, menses gentium, dies & horas, ac situs locorum, & visus populorum complexus* (d). Cette dernière phrase, *situs locorum & visus populorum complexus*, nous paroît évidemment désigner la parallaxe de la lune. De plus, Achilles Tarius (e) nous a conservé le titre d'un ouvrage qui confirme ce que nous avançons ici; c'étoit un traité des éclipses de soleil pour chacun

(a) Almag. Lib. IV. c. 2.

(c) Astron. anc. p. 371.

(b) M. de la Caille, Eléments d'astron. p. 306.

(d) Liv. II, c. 12.

(e) C. 19, p. 139.

des sept climats. Ces éclipses ne sont différentes, suivant les climats, que par la parallaxe. Quelqu'imparfait que pût être cet ouvrage, il prouve qu'Hypparque est l'inventeur des parallaxes, du moins à l'égard de Ptolémée, car le même passage cite deux autres astronomes inconnus, Orion & Apollinaris. L'ordre même de ces noms, tels qu'il les cite, Orion, Apollinaris, Ptolémée & Hypparque, où Hypparque est nommé le dernier, quoique venu avant Ptolémée, fait croire que cet ordre est renversé, & qu'Hypparque est réellement le premier.

§. X.

HYPPARQUE, pour représenter l'inégalité de la lune, employa un épicycle; le problème étoit ici un peu plus difficile. Dans la théorie du soleil, la différence des intervalles, écoulés entre les solstices & les équinoxes, lui avoit donné tout de suite la plus grande inégalité; dans la recherche présente, chaque éclipse lui donnoit une quantité de cette inégalité, mais il ne pouvoit pas être assuré d'avoir observé la plus grande: voici comment il s'y prit pour y suppléer(a).

Il supposa (fig. 10) que tandis que le centre de l'épicycle étoit emporté autour de la terre T, & décrivait le zodiaque en $27^{\circ} 7^h 43' 13''$, la lune tournoit dans l'épicycle, & dans le tems où les Chaldéens & lui-même avoient remarqué que l'inégalité se rétablissoit, c'est-à-dire, en $27^{\circ} 13^h 18' 34''$, & comme il supposoit ces deux mouvemens uniformes, il pouvoit assigner les arcs décrits dans un tems déterminé. Il choisit trois observations, & il supposa la lune en A, en B & en C. Connoissant le moyen mouvement, il avoit les angles ALB & BLC, qui sont la quantité du mouvement de la lune dans l'épicycle entre les deux observations. Il avoit ensuite, par observation, les différences du mouvement vrai au mouvement moyen pour l'instant de ces trois observations: soient les différences représentées par les angles FTA, FTB, FTC, il connoissoit les différences ATB, CTB, & le problème se réduit à ceci. Trois lignes indéfinies TA, TB, TC, qui forment entr'elles deux angles donnés, coupent un cercle en trois points A, B, C, tels que les angles ALB, BLC sont donnés, trouver le rapport du rayon BL de ce cercle à la distance TL de son centre L au point T. Il est aisé de sentir que le problème est déterminé; & qu'il n'y a qu'un seul rapport entre BL & LT, qui puisse satisfaire aux conditions, & que ce rapport étant fixé, la plus grande inégalité est déterminée par l'angle BTL.

(a) *Almag. Lib. IV, c. 6 & 11.*

§. XI.

Il essaya de représenter aussi cette inégalité par un cercle excentrique. Le problème est à peu près le même. Etant donnés (*fig. 21*) les angles ACB, BCD des mouvemens moyens autour du centre C, & les angles AEB, BED des mouvemens vrais, vus du point E, trouver le rapport de l'excentricité CE au rayon du cercle CF.

Ces deux suppositions doivent donner les mêmes résultats; mais Hypparque se trompa dans le calcul. Il trouva par la première le rapport de $4 \frac{46}{80}$ à 60, & par la seconde celui de $6 \frac{11}{80}$ à 60. Il crut que la différence des résultats venoit des suppositions (*a*); il concluoit en conséquence la plus grande équation de la lune de $4^{\circ} 34'$ par la première, & de $5^{\circ} 49'$ par la seconde. Mais Ptolémée fit voir depuis (*b*) qu'Hypparque, en calculant les éclipses qu'il avoit choisies, s'étoit trompé sur les intervalles qui les séparent, & quelquefois aussi sur les lieux correspondans du soleil, qu'il avoit supposés. Ptolémée y fait usage de la différence du tems vrai au tems moyen, & la preuve qu'Hypparque en avoit fait également usage, c'est que Ptolémée ne dit point le contraire; ce qu'il n'auroit pas manqué d'indiquer comme une source d'erreur: donc Hypparque est l'inventeur de l'équation du tems.

§. XII.

HYPPARQUE, comme nous l'avons dit, s'occupa des parallaxes (*c*); il reconnut qu'elles étoient proportionnelles à la distance de l'astre à la terre. Il alla même jusqu'à voir que ces parallaxes étoient le seul moyen de découvrir la proportion des distances; en sorte qu'on ne pourroit connoître la distance d'un astre, qui n'auroit point de parallaxe, ou pour lequel la terre ne seroit qu'un point. Voilà la base de la doctrine des parallaxes.

Soit (*fig. 22*) AB, le globe de la terre, L la lune, ou tel autre astre qu'on voudra, qui du point B est rapporté en C, & du point A en D dans le ciel étoilé, la parallaxe est l'angle ALB formé au centre de la lune par les deux rayons visuels ALB, BLC. On voit que plus le point L sera près de la terre, plus cet angle sera grand. On démontre qu'il est exactement proportionnel à la distance LE. Si la lune est en F, l'angle AFB de la parallaxe sera beaucoup plus grand que l'angle ALB; en étoi-

(a) Ptolémée, *Almag. Libro IV*,

cap. 22.

(b) *Ibidem*.

(c) *Suprà p. 24*

gnant le point L de la terre, cet angle diminue ; & en l'éloignant à une distance infinie, il arrivera que les points A & B, vus de cette distance infinie se confondront, le globe AB ne paroîtra plus que comme un point, & tous les rayons visuels AL, BL étant comme parallèles ne feront plus d'angle sensible. Il n'y aura donc point de parallaxe, & cette distance infinie se refusera à l'industrie humaine.

§. XIII.

Il suit de tout ceci que si l'on a les parallaxes de deux astres, on aura le rapport de leurs distances ; ou que si l'on a différentes parallaxes du même astre, dans différentes circonstances, on aura le rapport des différentes distances de cet astre ; ou réciproquement, par le moyen du rapport des distances, on aura celui des parallaxes. Il paroît qu'Hypparque n'a pas été plus loin, & qu'il n'a pas connu le moyen de les observer. La méthode nous a paru devoir être réservée & attribuée à Ptolémée (a). Faute de pouvoir l'observer directement, Hypparque la chercha, dit-on, par la parallaxe du soleil (b) ; & cela est d'autant plus singulier qu'il doutoit si le soleil avoit une parallaxe. Aussi tous les résultats qu'il obtint étoient-ils fort incertains. Il essaya par quelques conjectures d'estimer la distance du soleil à la terre. Nous présumons qu'il se servit d'une méthode à peu près semblable à celle dont Ptolémée a fait usage (c), & que cet astronôme a sans doute perfectionnée. Il y a apparence qu'il ne fut pas content de ses déterminations, puisqu'elles ne nous ont pas été conservées ; d'ailleurs il lui manquoit une épreuve nécessaire pour fonder sa confiance, c'étoit de pouvoir comparer les parallaxes, ainsi déduites du calcul, à celles qui affectent réellement les observations. Mais outre qu'il n'a peut-être pas connu la méthode de les observer, il auroit fallu que la théorie de la lune fût assez avancée pour pouvoir calculer son vrai lieu par les tables, & le comparer à son lieu apparent dans le ciel. Or la seconde équation de cette planète n'a été découverte que par Ptolémée ; Hypparque laissa trop imparfaite la connaissance des mouvemens de la lune : cet obstacle étoit insurmontable, & ce fut sans doute ce qui l'arrêta.

§. XIV.

On juge bien qu'Hypparque ne négligea pas l'observation des diamètres ;

(a) *Suprà*, p. 177.

(b) *Almag. Lib. V, c. 12.*

Riccioli, Almag. Tom. I, l. 21.

(c) *Infra*, *Eclairc. Liv. IV, §. 20.*

il faisoit celui de la lune de $33\frac{1}{4}$, puisque Ptolémée dit qu'il le trouva de la 650^{e} partie du zodiaque (a), & le diamètre de l'ombre de la terre dans les moyennes distances de deux fois & demi le diamètre de la lune. Ce diamètre de $33\frac{1}{4}$ étoit sans doute aussi celui des moyennes distances; car, selon Théon (b), il faisoit le diamètre de la lune apogée de 30', & celui de la lune périgée de 35'.

Ptolémée ne dit point qu'Hypparque eût mesuré le diamètre du soleil; il n'est cependant gueres vraisemblable que cet astronôme y ait manqué, puisqu'il avoit inventé un instrument exprès pour cette espèce d'observations. Mais on peut trouver la raison pourquoi il n'est pas question de la mesure de ce diamètre. Aristarque avoit établi (c) que les diamètres du soleil & de la lune sont en raison de leurs distances; ce qu'il faut entendre des diamètres vrais, & ce qui suppose que les diamètres apparens étoient égaux. Ptolémée dit lui-même que le diamètre du soleil ne varie point, & qu'il est le même que celui de la lune dans sa plus grande distance. Il y a donc apparence que cette assertion est d'Hypparque, & que, comme il étoit reconnu, depuis Aristarque, que les diamètres apparens de ces deux astres étoient les mêmes, il suffisoit d'en mesurer un des deux, ou du moins de rapporter la mesure de l'un des deux. D'ailleurs Cléomède (d) dit qu'Hypparque faisoit le soleil 150 fois plus gros que la terre. Il n'étoit pas homme à se former cette opinion autrement que sur des observations. Proclus (e) dit formellement qu'il avoit observé l'un & l'autre de ces diamètres, en quoi il avoit été suivi par Ptolémée.

§. XV.

L'INSTRUMENT inventé par Hypparque est appelé *dioptra*; c'étoit un angle formé par deux regles, longues de quatre coudées ou de sept pieds environ (f), dont l'une (fig. 23) AB étoit fixe sur deux autres regles BC, AD, jointes ensemble par une cinquième regle DE. L'autre regle AC étoit mobile sur le centre A & sur la regle BC. En A, en B & en C étoient trois pinnules, & l'œil placé en A dirigeoit la regle mobile jusqu'à ce que les extrémités du diamètre de l'astre fussent vues chacune par une des pinnules B & C (g). On voit que l'idée de cet instrument est due à celui

(a) Almag. Lib. IV, c. 9.

(b) Comment. sur l'Almag.

(c) Suprà, p. 452.

(d) De mundo, Lib. II, c. 1.

Riccioli, Almag. T. I, p. 126.

(e) Hypothyp. p. 397.

(f) Infra, Eclairc. Liv. III.

(g) Proclus, Hypothyp. p. 392.

dont Archimède a fait usage (a) pour la même recherche. L'intervalle BC compris entre les pinnules, tient lieu du cylindre, & en regardant à la fois par les trois pinnules, on est sûr que l'angle BAC est celui qui est formé par les deux rayons visuels. Cela nous donne lieu de soupçonner qu'Hypparque pourroit bien être l'inventeur des pinnules. Il paroît certain que les pinnules n'existoient pas au tems d'Archimède, c'est à dire, 215 ou 220 ans avant J. C.; sans quoi cet habile homme les eût appliquées à son instrument, & n'eût pas eu besoin de la correction ingénieuse dont nous avons parlé. Hypparque florissoit entre 168 & 129 ans avant J. C.; l'invention des pinnules a donc suivi de près la mort d'Archimède, & peut être par conséquent due au génie d'Hypparque : car dans ce siècle, on étoit plus capable de donner aux instrumens cette espèce de perfection, que le fondateur de l'astronomie ?

§. X V I.

Il est certain que les moyens mouvemens des planetes & leurs révolutions ont été bien connus d'Hypparque. Ptolémée ne rapporte point les observations sur lesquelles ces révolutions sont déterminées; & son silence à cet égard nous paroît une preuve que ces déterminations ne sont point de lui, mais d'Hypparque. En combinant les observations anciennes des apparitions, des stations & des rétrogradations des planetes, il reconnut qu'il s'écouloit entre deux apparitions d'une même planete un intervalle de tems toujours à peu près le même, qui étoit la durée de sa révolution à l'égard du soleil. Voilà le résultat de ces combinaisons relativement aux cinq planetes,

	Nombre des révolutions.	Tems écoulé.			Durée de la révolution.		
		ans.	jours.	heures.	ans.	jours.	heures.
♄	. . . . 57 59	1	18	. . . . 1	13	2	$\frac{1}{4}$
♃	. . . . 65 70	360	4	. . . . 1	33	21	
♂	. . . . 37 79	3	4	. . . . 2	49	23	
♀	. . . . 5 7	362	18	. . . . 1	218	22	
♂	. . . . 145 46	1	1	. . . .	115	22	

Quant à l'autre révolution, pendant laquelle les planetes parcourent le zodiaque entier, tant qu'on a cru que Vénus & Mercure, qui s'écartent

(a) *Suprà*, p. 20.

peu du soleil, tournoient autour de la terre, on a dû croire que leurs révolutions dans le zodiaque étoient égales à celle du soleil, c'est-à-dire, précisément d'un an. Ptolémée rapporte que Saturne en 59 ans $1^{\circ} 16^h$ faisoit deux fois le tour du zodiaque, & $1^{\circ} 45'$ de plus; Jupiter en 70 ans $36^{\circ} 4^h$, six fois moins $4^{\circ} 50'$; Mars en 79 ans $3^{\circ} 4^h$, quarante-deux fois, plus $3^{\circ} 10'$ (a) : d'où on peut déduire tout de suite le tems des révolutions de ces planètes à l'égard du zodiaque, que nous comparons en même tems avec celle que l'on trouve dans les élémens de M. l'abbé de la Caille.

Révolutions anciennes.

♄	10748 $\frac{1}{2}$	16 h
♃	4329	7
♂	686	23

Révolutions modernes.

10759 $\frac{1}{2}$	8 h
4332	12
686	23 $\frac{1}{2}$

§. X V I I.

ON est assez généralement persuadé aujourd'hui que c'est à Hypparque qu'est dû le catalogue des étoiles, conservé dans l'Almageste, & que Ptolémée, comme il le dit lui-même (b), n'a fait qu'ajouter, aux positions observées par cet astronôme, les $2^{\circ} 40'$ de différence qu'il y avoit entre ces positions & les siennes; Ptolémée parle à la vérité comme un homme qui a tout fait sur ses propres & seules observations. Il dit seulement qu'il a changé quelque chose aux figures des constellations des anciens, comme ceux-ci en avoient usé à l'égard de ceux qui les avoient précédés. *Formationibus quoque ipsis per singulas stellas, non iisdem penitus (quibus & prisce) utimur, sicut neque illi antiquissimorum qui ante ipsos fuerunt* (c). Ceci prouve, pour le dire en passant, combien les figures des constellations ont subi de changemens par la succession des tems. *Prisce*, ce sont sans doute les premiers astronomes d'Alexandrie, ou peut-être les Chaldéens, qui ont fait des changemens à la sphere qu'ils avoient reçue des *antiquissimi*, qui ont précédé les Chaldéens. Au reste il ne faut pas toujours en croire la vanité de Ptolémée sur sa parole. On peut prouver qu'il s'est approprié, dans son grand ouvrage, bien des choses qui n'étoient point à lui. On voit qu'Hypparque étoit célèbre par le dénombrement des étoiles au tems de Plin, qui vivoit 50 ou 60 ans avant Ptolémée; que le travail d'Hypparque y est

(a) Ptolémée, Almag. Libro IX, cap. 3.

(b) Ibid. Lib. VII, c. 5.

(c) Ibid.

désigné par des détails qui le caractérisent ; ainsi nous le rendons à son véritable auteur.

Ulug-Beg, qui étoit plus près de la source que nous, n'attribuoit point à Ptolémée la description du ciel. *Ante Ptolemaum observata fixa* 1022, *quas Ptolemæus in suum Almagestum retulit* (a). C'étoit au moins l'opinion de ce tems-là. Le commentaire sur Aratus, attribué faussement à Eratosthenes, dit qu'Hypparque compta 1080 étoiles (b).

§. XVII.

IL faut releguer au rang des fables ce que raconte Scaliger (c) d'un ancien Chrispe totalement inconnu, qui compta les étoiles avant Hypparque, & qui en trouva 1058 : Scaliger ne cite aucune autorité. Remarquons que Pline (d) dit que les anciens comptoient 1600 étoiles dans les 72 constellations, qui partageoient le ciel. Ce nombre, beaucoup plus grand que celui des étoiles de l'Almageste, est fort singulier ; nous ne pouvons rien statuer de positif à cet égard. Peut-être étoit-ce une ancienne tradition de quelque dénombrement des étoiles, fait dans les tems reculés & sous un ciel assez beau pour en distinguer un plus grand nombre. Hypparque, déterminant tout par des observations, ne tenoit aucun compte des traditions. Peut-être aussi Pline n'a-t-il parlé dans cet endroit que par estimation. Il savoit qu'Hypparque, à Alexandrie, ne pouvoit voir le ciel entier : il en a supposé davantage, pour y renfermer la partie du ciel qui n'étoit pas connue ; mais il faut avouer que la différence de 1022 à 1600 est bien considérable.

§. XIX.

Le catalogue de Ptolémée contient 48 constellations ; il paroît que celui d'Hypparque en contient 49. Pline dit (e) qu'il y en avoit 72. On a cru trouver une faute dans cet endroit de Pline (f). D'abord la correction de Scaliger est suspecte, par une considération fort naturelle. Pline compte 1600 étoiles, Ptolémée 1022, & puisqu'ils ne s'accordent point sur le nombre des étoiles, il n'est pas extraordinaire qu'ils ne s'accordent pas sur celui des constellations. En outre, nous ne voyons aucune nécessité de

(a) Préface des Tables d'Ulug-Beg, p. 2.

(b) *In Uranologion*, p. 262.

(c) Notes sur Manilius, p. 62.

(d) *Lib. II, c. 41.*

(e) *Ibid.*

(f) Scaliger, *Notes sur Manilius*, p. 62.

corriger le texte, parce qu'il y a une manière simple d'expliquer la chose. Les anciens Chaldéens avoient partagé le ciel en 36 constellations (a), il paroît que par une autre division on en établit 48; c'est celle que nous a laissée Ptolémée, soit que cette division appartienne aux anciens Egyptiens, soit à Hypparque lui-même. Mais ces anciens Egyptiens partageoient chaque constellation du zodiaque en trois *decani* (b); ils en comptoient donc 36 au lieu de 12, & 36 hors du zodiaque, faisoient les 72 dont Plinè a fait mention. Comme ces *decani* étoient des subdivisions, Hypparque, ni Ptolémée n'ont point jugé à propos de les comprendre dans le nombre des constellations. Hypparque en comptoit une de plus, c'étoit la Chevelure de Bérénice, constellation récente alors, formée par Conon (c).

Voici les constellations, suivant Hypparque, telles qu'on les trouve dans Geminus (d).

Il y en avoit 21 au nord de l'écliptique; la grande Ourse, la petite Ourse, le Dragon, le Bouvier, la Couronne boréale, Hercule ou l'Agenouillé, le Serpenteire, le Serpent, la Lyre, l'Oiseau ou le Cigne, la Fleche, l'Aigle, le Dauphin, *Præfectio Equi* ou le Cheval, Céphée, Cassiopée, Andromède, Persée, le Cocher, le Triangle ou le Delta, & la Chevelure de Bérénice.

12 Dans l'écliptique; le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, l'Ecrevisse; le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau, les Poissons.

16 Au midi, la Baleine, Orion, le Lievre, le Fleuve, qui vient de l'urne du Verseau, le Fleuve d'Orion ou l'Eridan, le grand Chien, le petit Chien, le Navire, l'Hidre, la Coupe, le Corbeau, le Centaure, le Loup, ou, suivant Hypparque, la Lance que tient le Centaure, la Cassiolette ou l'Autel, la Couronne australe, nommée aussi Uraniscus, &, suivant Hypparque, le Caducée & le Poisson austral. Dans ces deux planisphères, que nous avons fait graver planches VII & VIII, on trouve 23 constellations boréales, parceque Tycho restitua dans leurs places Antinoüs & la Chevelure de Bérénice, qui dans le catalogue de Ptolémée ne faisoient pas des asterismes à part. Dans l'hémisphère austral on trouve 44 constellations: savoir, les 15 d'Hypparque, en réunissant, comme ont fait les modernes, le Fleuve qui sort du Verseau avec le Verseau même; ensuite 29 modernes. Lorsque les

(a) Astron. anc. p. 138.

(b) *Ibid.* p. 160 & 496.

(c) *Suprà*, p. 43.

(d) *Cap. II.*

navigateurs descendirent, il y a deux cens ans au-delà de l'équateur, & vers le pôle austral, ils découvrirent de nouvelles étoiles inconnues aux anciens; les pilotes en formèrent douze constellations, que les astronomes ont conservées: savoir l'Indien, la Grue, le Phénix, la Mouche, le Triangle austral, l'Oiseau de paradis, le Paon, le Toucan, l'Hydre mâle, la Dorade, le Poisson volant, le Caméléon; ces constellations furent observées en partie par Americ Vespuce. On y ajouta depuis la Colombe de Noé & la Croix. M. Halley y forma le Chêne de Charles, en mémoire du chêne qui avoit sauvé le Roi Charles II. Enfin comme toutes ces constellations laissoient encore de grands vides, M. l'abbé de la Caille, qui a décrit avec tant de soin cette partie du ciel invisible pour nous, & qui avoit droit d'y faire les innovations nécessaires, forma 14 nouvelles constellations, & il y consacra les instrumens des arts: 1, l'Atelier du sculpteur, 2, le Fourneau chimique avec l'alambic & le récipient, 3, l'Horloge, 4, le Réticule rhomboïde, 5, le Burin du graveur, 6, le Chevalet du peintre, 7, la Boussole, 8, la Machine pneumatique, 9, l'Océan, 10, le Compas, 11, l'Equerre & la Règle, 12, le Télescope, 13, le Microscope, 14, une montagne du cap de Bonne-Espérance, nommée la Montagne de la table. Pour ne pas multiplier les planches, nous avons réuni tous ces changemens, qui n'ont été faits que successivement & depuis Hypparque. On compte encore quelques autres constellations, mais qui n'ont point été adoptées généralement; on les trouve indiquées dans l'astronomie de M. de la Lande (a), Nous en parlerons peut-être aussi dans les tems des astronomes qui les ont proposées.

§. XX.

ON prétend qu'avant les astronomes d'Alexandrie, le Scorpion occupoit dans le zodiaque l'espace de deux signes, & qu'il n'y en avoit en tout que onze dans le zodiaque. Cette opinion est fondée sur quelques passages d'Aratus, d'Hygin, d'Ovide & de Martianus Capella. Ce dernier dit expressément qu'il n'y a que 11 constellations, mais que le zodiaque est partagé en douze parties, le scorpion en remplissant une par son corps, & occupant par ses serres l'espace, qui fait le signe de la Balance (b). Nous ignorons la raison, qui avoit pu introduire ce changement dans les signes

(a) M. de la Lande *Astronomie*, art. 714 & 715.

(b) *In nuptiis philolog. Lib. VIII*, p. 282. Riccioli *Almag.* Tom. I, p. 401.

du zodiaque, établis primitivement au nombre de douze. Il est certain que la constellation des Serres du Scorpion porte le nom de la Balance dans la plupart des langues anciennes, en persan, en arabe, en syriaque, & en hébreu (*a*), il est certain que chez les Chaldéens, les Perses (*b*), & les Indiens (*c*), le zodiaque étoit partagé en 12 signes de la plus haute antiquité. L'ignorance des prêtres d'Égypte, le mystère qu'ils affectoient dans leurs explications, les figures hiéroglyphiques, qui sont devenues à la longue peu intelligibles, ont pu être les causes de cette innovation. La Balance aura été omise dans quelques descriptions; on aura été obligé d'étendre la constellation du Scorpion, &, en lui donnant deux signes, d'en faire occuper un par les serres de cet animal. Hypparque, mieux instruit de l'astronomie ancienne, par les connoissances qu'il avoit tirées de la Chaldée, aura tout rétabli dans son état primitif, en replaçant la Balance dans le ciel. Mais l'ancien usage a subsisté encore quelque tems; & ce signe a conservé les deux noms; en sorte que l'on a nommé également les deux plus belles étoiles de cette constellation, les Bassins de la Balance, ou les Serres du Scorpion.

§. XXXI.

M. HALLEY a pensé que la différence remarquée par Hypparque entre la sphere d'Eudoxe & la sienne avoit pu le conduire à la découverte du mouvement progressif des fixes; mais 1°. Il n'auroit point écrit son commentaire sur Aratus, il n'auroit point censuré Eudoxe si aigrement, s'il eût deviné alors que les différences entre les deux spheres venoient d'un mouvement propre aux étoiles. 2°. Si l'on objecte qu'il n'a fait cette découverte que long-tems après avoir écrit son commentaire, comme cela est certain, on répondra que si cette découverte eût été faite par la comparaison des deux spheres, il n'auroit pas déduit le mouvement des fixes d'un degré en 100 ans, même en rapportant cette sphere à des tems fort antérieurs à Eudoxe, c'est-à-dire, au tems de Chiron; car depuis Chiron jusqu'à Hypparque, il ne s'est écoulé qu'environ 1200 ans, & il auroit trouvé 15 à 16° de différence sur la longitude des étoiles, ce qui lui auroit donné près d'un degré en 75 ans. D'ailleurs ce changement de 15 à 16° eût été

(a) Hyde, Commentaire sur les Tables
d'Ulug-Beg, p. 40.

(b) Histoire de l'Astron. anc. p. 422.

(c) *Ibid.* p. 487.

assez considérable pour décider pleinement la question; au lieu qu'Hypparque douta lui-même du mouvement qu'il avoit découvert, il le proposa avec réserve, & il pensa qu'il falloit plus de tems pour s'en assurer (a). Rien ne prouve mieux que, même en découvrant le mouvement des étoiles, il regarda les différences qui se trouvoient entre sa sphere & celle d'Eudoxe, comme autant de fautes de cet astronôme.

M. du Tems (b) a remarqué qu'un certain Timée de Locres, cité par Platon (c), semble avoir connu avant Hypparque le mouvement des étoiles en longitude. Voici la traduction du passage grec. *Ea verò qua ad motum alterius pertinent, intra ab occidente ad orientem revertentur, & peculiari motu moventur.* Ce Philosophe pouvoit avoir eu cette notion de l'Asie où elle existoit long-tems avant l'école d'Alexandrie. Mais Hypparque n'en a pas moins fait la découverte; on voit par la suite de ses idées que celle du mouvement des fixes ne lui a point été communiquée.

Comme il s'étoit écoulé environ 155 ans entre les observations d'Hypparque & celles de Timocharis, il auroit pu en conclure que le mouvement des étoiles étoit d'un degré en 77, comme le remarque M. Cassini; ce qui auroit été plus exact que le mouvement établi depuis par Ptolémée; mais Hypparque étoit sage, il ne se pressa pas de rien déterminer.

§. XXI.

On pourroit douter que le changement dans la maniere de déterminer le lieu des étoiles, en le rapportant à l'écliptique & non plus à l'équateur, appartint à Hypparque préférablement à Ptolémée, si l'on ne voyoit pas que Geminus, qui vivoit 60 ans après Hypparque, parlant de la division du zodiaque en 12 signes, ou parties égales, distingue les signes des constellations ou dodécatomies. Ainsi il fait bien voir que ces signes étoient des intervalles égaux, qui servoient à mesurer les distances en longitude (d); & si l'on regarde cette preuve comme peu concluante, on trouve encore que le même Geminus dit plus loin que les constellations boréales sont celles qui sont au-delà du zodiaque vers les deux Ourfes, & les australes sont celles qui s'éloignent du zodiaque vers le midi (e). Il fait donc le

(a) *Almag. Lib. VII, c. 1.*

(b) *Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes, T. II, p. 159.*

(c) *Timæus Locrensis, de animâ mundi,*

in editione Platonis, versione Serrani, T. III, p. 96.

(d) *Geminus, c. 1.*

(e) *Ibidem, c. 2.*

zodiaque , ou l'écliptique , le centre de cette division , & donne lieu de croire qu'il rapportoit les constellations , ou les étoiles à ce cercle.

§. XXXI.

HYPPARQUE s'occupa de la détermination de la circonférence de la terre ; il examina celle d'Eratoſthènes , & il y ajouta , dit Pline (a) , un peu moins de 25000 stades. On ne nous dit point ce qui le décida à faire une correction si considérable. Nous avons vu (b) qu'il y avoit une autre mesure de la terre de 300000 stades , dont on ne dit point l'époque ; nous croyons qu'elle est postérieure à cet astronôme : mais quand elle seroit plus ancienne , on n'imaginera point que cet habile homme ait voulu prendre un milieu entre ces deux déterminations , l'une de 300000 , l'autre de 250000 stades. Les deux erreurs que nous avons indiquées dans la mesure d'Eratoſthènes , tendroient à la réduire , & non à l'augmenter. Il faut donc que ce soit par d'autres moyens que ceux d'Eratoſthènes , qu'Hypparque soit parvenu à établir la circonférence de la terre d'un peu moins de 275000 stades. Puisqu'on ne nous apprend rien de plus à ce sujet , nous allons tâcher d'y suppléer par une conjecture. Nous avons dit qu'à Syene , dans la haute Egypte , & à 150 stades à la ronde , les corps ne jetoient point d'ombre le jour du solstice , il en résulte que l'espace de 300 stades répond sur la terre à l'espace qu'occupe dans le ciel le diamètre du soleil ; & cette remarque heureuse , qui nous semble très-digne du génie d'Hypparque , fournit un moyen de mesurer la terre : en effet il avoit établi le diamètre du soleil de 30' (c) , ou de la 720^e partie du cercle. En multipliant 720 par 300 , il eut la circonférence de la terre de 216090 stades ; mais par des raisons que nous ignorons , & qu'il importe peu de savoir , il ne jugea pas à propos d'employer le même stade qu'Eratoſthènes , il se servit d'un autre stade que nous avons trouvé de 68 toises , 2 pieds , 10 pouces , 560 (d) , qui est à celui d'Eratoſthènes comme 4 est à 5. La circonférence de la terre devient donc de 270000 stades , il l'établit d'un peu moins de 275000 , parce que sans doute il mesura , ou fit mesurer l'espace privé d'ombre à l'entour de Syene. Pline , Cléomède (e) , Pausanias nous l'ont donné de 300 stades ; mais ils n'ont sûrement pas prétendu à une exactitude rigoureuse. Hypparque , qui vouloit fonder une déter-

(a) Geminus , *Lib. II* , p. 108.

(b) *Suprà* , p. 145.

(c) *Suprà* , p. 99.

(d) *Infrà* , *Liv. III*.

(e) Cléomède , *Cyclic. Theor. Lib. II* , cap. 1.

mination délicate, y aura mis plus de soin ; il aura trouvé peut-être 305 ou 306 stades, qui lui donnerent 275000 stades pour la circonférence. Le degré est donc de 52311 toises, & en exceptant la première mesure attribuée aux Chaldéens (a), celle d'Hypparque est la plus mauvaise de toutes, quoique sa méthode fût ingénieuse & tout-à-fait astronomique. C'est cette idée que J. Mazzoni renouvela ; il en déduisit le degré de 625 stades (b), qui, s'ils étoient des stades alexandrins, comme Riccioli le suppose (c), donneroient un degré énorme. Les anciens, comme Plin, Plutarque, Cléomède, &c. n'entendoient rien aux stades ; ils n'ont point su les distinguer. Tout devient clair & facile à expliquer par les proportions que nous établissons entre ces mesures (d). Cette diversité des stades n'est pas plus extraordinaire que celle des milles de l'Italie moderne (e).

M. Danville (f) suppose que la correction d'Hypparque fut purement géographique. Les distances itinéraires ne sont jamais en ligne droite : elles ont besoin par conséquent d'une réduction, qui est toujours un peu arbitraire ; mais l'expérience des Géographes les guide. M. Danville suppose que la distance de Syene à Alexandrie étoit de 6250 stades, & qu'Ératosthènes la raccourcit d'un cinquième, pour avoir la mesure directe & aérienne ; il remarque que cette réduction a été employée par des géographes Arabes ; ainsi la distance est réduite à 5000 stades. M. Danville trouve que la réduction ne devoit être que d'un huitième ; il pense qu'Hypparque a eu en vue cette réduction. En effet, en ôtant un huitième de 6250, il reste 5469 stades, ce qui fait à peu près un dixième de plus qu'Ératosthènes n'avoit supposé, & peut avoir donné lieu à Hypparque d'ajouter un dixième à la mesure de la terre par cet astronôme. Les lecteurs se décideront entre ces deux conjectures, dont l'une suppose que la correction étoit astronomique, & l'autre géographique. Au reste nous ne devons pas dissimuler que la correction faite par Hypparque à la mesure d'Ératosthènes n'est fondée que sur l'autorité de Plin. Strabon (g) semble dire au contraire qu'Hypparque & Ératosthènes étoient d'accord sur cette mesure. Strabon avoit fait une étude particulière des ouvrages

(a) Hist. Astron. anc. p. 147.

(b) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 61.

(c) Idem, Geog. Lib. V, c. 1.

(d) Suprà, Liv. IV.

(e) Riccioli, Almag. Tom. I, p. 63.

Geog. Lib. II, c. 8.

(f) Mém. Acad. Inscr. T. XXVI, p. 97.

(g) Strabon, L. II, p. 113, édit. de 1617, Paris.

Mém. Acad. Inscr. T. XXIV, p. 514.

de l'un & de l'autre ; il peut être plus croyable que Plin. Ce ne seroit pas le premier fait que le philosophe naturaliste auroit avancé légèrement.

§. XXIV.

LES ouvrages qu'Hypparque avoit composés , étoient en assez grand nombre (a). Des traités 1°. de la grandeur de l'année (b) ; 2°. de la rétrogradation des points équinoxiaux & solstitiaux (c) ; 3°. de la grandeur & de la distance du soleil & de la lune ; 4°. de l'ascension des 12 signes ; 5°. de la révolution menstruelle de la lune ; 6°. des mois intercalaires , où il corrigeoit la période callippique (d) ; 7°. un traité des éclipses de soleil pour chacun des sept climats (e). Mais il faut bien remarquer qu'en citant comme auteurs de ces recherches sur ces éclipses, Hypparque & Ptolémée , Achilles Tattius cite aussi deux astronomes totalement inconnus, Orion & Apollinaris. Hypparque étoit sans doute le premier, mais non le seul qui se fût occupé de la parallaxe ; 8°. les observations de la longitude des étoiles , ou le catalogue que Ptolémée a augmenté pour composer le sien ; 9°. des commentaires en trois livres sur les phénomènes d'Aratus & d'Eudoxe. Cet ouvrage est le seul qui nous soit parvenu ; on le trouve dans l'*Uranologion* du P. Petau ; il est peu intéressant aujourd'hui. Il faut se souvenir , en le lisant , qu'Hypparque ne connoissoit pas le mouvement des fixes quand il l'écrivit , & que la plupart des fautes qu'il relève viennent de ce mouvement ; 10°. une critique de la géographie d'Eratosthenes , & en particulier de sa mesure de la terre (f) ; 11°. Théon cite un ouvrage d'Hypparque en douze livres sur les cordes des arcs de cercle ; car on sait que les anciens employoient les cordes des arcs doubles au lieu des sinus , qui sont aujourd'hui en usage (g). Ce que Ptolémée nous en a conservé dans le premier livre de l'*Almageste* appartient sans doute à Hypparque , mais c'est peu de chose , & un petit extrait de l'ouvrage de ce grand homme.

§. XXV.

GEMINUS vient peu de tems après Hypparque. On soupçonne qu'il est né à Rhodes , parce qu'il cite plusieurs fois le climat de cette ville. Le Pere

(a) Fabricius , *Bibliot. grac.* Liv. III.

Weidler , p. 143.

(b) *Almag. Lib. VII, c. 2.*

(c) *Ibid.*

(d) Suidas in *Hypparcho.*

(e) Achilles Tattius , c. 19 , p. 139.

(f) Strabon , *Lib. II, p. 52.*

(g) *Hist. des Math. Tom. I, p. 275.*

Petau pense qu'il a vécu à Rome, & que le nom de Geminus lui vient de quelque famille romaine dont il étoit peut-être l'affranchi, ou du moins le protégé (a). Ce seroit là qu'il auroit fait son commentaire sur Aratus, ou plutôt ses Éléments d'astronomie. Il y donne une explication de la sphere, & il est le premier qui ait traité l'astronomie d'une manière méthodique & élémentaire. Il explique les divisions de la sphere céleste & terrestre, les mois, les années, le mouvement du soleil, de la lune, des planetes, les cycles luni-solaires, les éclipses, les différens levers & couchers des étoiles. Il est aussi le premier, qui ait distingué expressément les deux divisions du zodiaque en signes & en constellations (b) : les 12 signes égaux comprenant chacun une douzième partie de ce cercle, & commençant toujours à l'équinoxe du printemps, les 12 constellations occupant plus ou moins d'espace, & souvent une partie du signe suivant.

§. XXVI.

Il faut remarquer dans la description que Geminus nous donne des cercles de la sphere, que les Grecs appeloient cercle arctique le plus grand des parallèles, qui est tout entier sur l'horizon, le cercle où sont enfermées les étoiles, qui ne se couchent point. Ils appeloient au contraire cercle antarctique, celui qui sous l'horizon embrasse les étoiles, qui ne se levent jamais (c). Nous avons changé cette dénomination, & nous appelons cercles arctiques, & antarctiques, ceux qui placés à $23^{\circ} \frac{1}{2}$ des pôles de l'équateur, ont le plus long jour d'été de 24 heures. Il est encore remarquable que Geminus fait l'obliquité de l'écliptique de 24° ; il est vrai que c'est en nombres ronds. Il donne de même la longueur du mois lunaire de $29 \frac{1}{2} \frac{1}{33}$ jours, & de l'année solaire de 365 $\frac{1}{4}$ un quart. D'où l'on voit qu'il n'a pas écrit pour les astronomes, mais que ce sont des éléments extraits de leurs ouvrages, où il n'a voulu donner que des à peu près.

On ne fait trop quel étoit le mois de Geminus; car, p. 31, il dit qu'il est de $29 \frac{1}{2} \frac{1}{33}$; ce qui équivaut à $39^{\text{h}} 12^{\text{h}} 43' 38''$: puis, p. 36, il dit, *est enim tempus menstruum præcisè sumptum dierum 29, minorum primorum 31, secundorum 40, tertiorum 50, & quattorum 25*. Cela a bien l'air de la précision; cependant cela ne donne que $29^{\text{h}} 12^{\text{h}} 40' 20'' \frac{1}{2}$, c'est-à-dire, presque 4 minutes de moins qu'il ne faut. Mais le mois de $29^{\text{h}} 12^{\text{h}} 43' 38''$ est précisément celui qu'Eudoxe avoit établi (d).

(a) *Uranologion*, in præf. p. 2 & 22.

(b) Geminus, c. I, p. 2.

(c) *Ibid.* C. IV, p. 14.(d) *Astron. anc.* p. 237.

Geminus, en parlant du mouvement des planètes (a), qui est contraire au mouvement du premier mobile, ou des étoiles d'orient en occident, nous apprend que quelques philosophes avoient cru que ces mouvemens n'étoient contraires qu'en apparence. Ils donnoient pour exemple des corps, qui circuleroient autour d'un centre à différentes distances, le plus grand nombre avec une vitesse égale, quelques-uns seulement plus lentement : ils disoient que ceux-ci, quoique marchant dans le même sens, paroïtroient avoir un mouvement propre, dans un sens contraire au mouvement des premiers. Geminus remarque avec justesse que cette supposition auroit été admissible, si le soleil & les autres planètes avoient décrit des parallèles à l'équateur, ainsi que les étoiles ; mais que toutes ces planètes ayant un mouvement différent, par lequel elles s'éloignent de l'équateur vers les pôles, mouvement qui leur est propre & particulier, il étoit évident qu'elles se mouvoient dans un sens opposé à la révolution du premier mobile.

§. XXVII.

GEMINUS nous a laissé un de ces calendriers, où il rapporte les annonces des vents, des pluies, &c. liées aux levers & aux couchers des étoiles. Ces annonces sont fondées sur les observations de Calippe, Démocrite, Dosithee, Euctemon, Meton, Eudoxe, ou du moins sur les observations que ces astronomes avoient recueillies. Il ne cite point Hypparque, qui en avoit cependant fait de pareilles. Le calendrier de Geminus est traduit en latin dans l'uranologion du P. Petau.

Geminus étoit encore l'auteur d'un ouvrage, qui ne nous est point parvenu, intitulé *Enarrationes geometricæ*. Proclus a puisé dans ce livre, & l'on pense que c'étoit un commentaire historique, une sorte de développement philosophique des découvertes géométriques (b).

§. XXVIII.

ON est incertain du tems où a vécu Geminus. Le P. Petau (c), en se fondant sur certaines circonstances que cet astronôme raconte de la fête d'Isis (d), pense qu'il florissoit 75 ans avant notre ère ; Guillaume Bonjurius 137 ans, en se fondant, comme lui, sur les mêmes circonstances (e) ;

(a) C. X, p. 43.

(b) Hist. des Mathématiques, Tome I, p. 276.

(c) *Uranologion*, p. 411.

(d) Geminus, c. VI, p. 33.

(e) *Acta eruditor.* an 1697, p. 9.

M. de Montucla (a) a trouvé dans Simplicius (b) un témoignage positif à cet égard. Simplicius fait dire à Possidonius quelque chose d'après lui ; il étoit donc antérieur à ce philosophe , qui étoit près de mourir dans un âge avancé , vers 63 ans avant J. C. Il est certain que cet astronôme est plus jeune qu'Hypparque , puisqu'Hypparque est cité dans son ouvrage relativement au nom des constellations (c). Il est singulier sans doute que Geminus n'en parle pas davantage , & sur-tout qu'il ne dise pas un mot de la découverte mémorable du mouvement des fixes : mais Geminus ne paroît que médiocrement versé dans l'astronomie. Il est fort instruit de tout ce qui s'est fait dans la Grece du tems d'Harpalus , d'Eudoxe , &c. ; il paroît l'être fort peu des travaux de l'Ecole d'Alexandrie. Souvenons-nous qu'Hypparque n'avoit point annoncé une découverte décidée ; il pensoit qu'elle avoit besoin d'être confirmée par le tems. En conséquence elle pouvoit n'avoir pas une certaine publicité ; mais au reste tout cela peut se concilier. Geminus est plus ancien que l'an 63 avant J. C. , où Possidonius vivoit encore. Le calcul de Bonjurius le place vers l'an 137. Hypparque a observé depuis 160 jusqu'en 125 ; il n'a découvert le mouvement des fixes que sur la fin de sa carrière. L'an 137 il pouvoit ne le pas connoître , & Geminus , s'il écrivit alors , n'a pu le citer. Ce seroit donc à l'époque de l'an 137 avant J. C. que nous placerions Geminus.

§. XXIX.

Vers l'an 52 avant l'ère chrétienne , on trouve (d) Théodose , auteur de trois livres sur les sphériques. Il avoit fait un traité de *habitationibus* , on des phénomènes qui ont lieu à l'égard des habitans de la terre , suivant la position de la sphere céleste , ainsi qu'un ouvrage de *diebus & noctibus* , qui doit ressembler beaucoup à celui de *habitationibus*. Ces ouvrages nous restent ; ils ont été publiés en grec & en latin par Dasipodius (e). Mais nous ne parlons point de Théodose comme astronôme ; nous ne lui donnons place ici que comme l'auteur de la doctrine des sphériques , dont l'astronomie a toujours retiré les plus grands secours. Nous avons dit qu'Hypparque paroît avoir senti le premier la nécessité de la trigonométrie , & en avoit établi les premiers principes (f). Mais si Théodose est antérieur à l'ère chrétienne :

(a) Hist. des Math. Tom. I , p. 276.

(b) Lib. II , Physiq. S. 1. 10.

(c) C. II , p. 12 & 13.

(d) Riccioli , Almag. Tom I , p. XLV.

(e) In *spherica doctr. propos.* 1572.(f) *Suprà* , p. 115.

comment Ptolémée n'en a-t-il point parlé dans le livre où il traite des cordes des arcs de cercle ? Cependant tout nous porte à lui attribuer cette antériorité ; & particulièrement le cadran , qui avoit la forme d'une hache , inventé par Théodose (a) ; ce Théodose nous paroît devoir être l'auteur des sphériques ; il seroit donc plus ancien que Vitruve. Au reste nous ne déciderons rien à cet égard (b).

§. XXX.

Nous avons dit que Possidonius estimoit de 400 stades la hauteur de l'atmosphère. C'est ainsi qu'on lit dans les anciens manuscrits de Pline ; & non pas 40. On a fait cette correction , parce que Kepler , & les astronomes du seizième siècle n'estimoient pas que l'atmosphère s'étendît à plus d'une ou deux lieues. On crut en conséquence qu'il falloit lire 40 stades (c). Ajoutons que , suivant le récit de Macrobe , Possidonius pensoit que la mesure d'Eratosthènes , qui faisoit le soleil 27 fois plus grand que la terre , n'étoit pas exacte , & n'atteignoit pas à la véritable grandeur du soleil (d).

§. XXXI.

C'est à la suite de Possidonius que l'on doit placer Cléomède ; on pense qu'il a vécu avant l'ère chrétienne. Il est postérieur à Possidonius , puisqu'il cite souvent les opinions de ce philosophe , ainsi que celles de Pythagore , d'Eratosthènes , d'Hypparque , &c. S'il fût venu après Ptolémée , il l'auroit également cité. Son ouvrage est intitulé *Cyclica theoria corporum celestium*. Ce sont les élémens de la sphere & de l'astronomie ; il y traite des cercles & des zones célestes ; de la figure de la terre & de sa grandeur , ainsi que de celle du soleil & de la lune , de leurs distances à la terre , des éclipses , des planetes & de leurs orbites , &c.

Cléomède a vivement censuré Epicure , qui ne considérant point le soleil en philosophe , & ne jugeant que par ses yeux , ne croyoit pas cet astre plus grand qu'il ne nous le paroît (e). Cléomède établissoit , d'après Hypparque , le diamètre du soleil à celui de la terre , dans le rapport de $5\frac{1}{3}$ à 1 ,

(a) *Suprà* , p. 75.

(b) Weidler , p. 147.

(c) V. le Pline du P. Hardouin , *in not.* libri II , n°. XXII.(d) *Comment. Somn. Scipionis* , Lib. II , cap. 20.

(e) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 263.

puisqu'il dit que cet astre est cent cinquante fois plus gros que la terre (a).

Il se donne la peine de réfuter Berosé le Chaldéen (b), sur la cause qu'il attribue aux éclipses de lune, cette planète ayant, selon ce très-ancien astronôme, une moitié de son disque lumineuse par elle-même, & l'autre obscure (c). Mais dans un siècle éclairé par Hypparque, où ce grand homme avoit posé les fondemens de la saine astronomie, il étoit plus qu'inutile de combattre les erreurs de Berosé. On voit que Cléomède ressuscitoit des chimères pour avoir l'honneur de les vaincre.

§. XXXI.

Ce fut dans l'année 45 avant l'ère chrétienne que César fit la réforme du calendrier, & la quarante-quatrième fut la première année julienne; l'équinoxe arriva le 25 Septembre, on prolongea l'année de 90 jours jusqu'à la nouvelle lune, qui suivit le solstice d'hiver; de façon que cette année eut 444 ou 445 jours (d). Les chronologistes l'appellent l'année de confusion. Solin (e) dit 244; mais il est clair que c'est par erreur.

Il paroît que Sosigènes s'y reprit à trois fois avant d'établir la forme de l'année julienne, & qu'il douta si elle étoit suffisamment exacte. *Sosigenes ipse tribus commentationibus, quanquam diligentior esset ceteris, non cessavit tamen addubitare, ipse semet corrigendo* (f). Ce doute prouve qu'il sentoit la difficulté de l'entreprise, & naissoit sans doute de la connoissance qu'il avoit de la longueur de l'année fixée par Hypparque à 365^j 5^h 55' 12". Les 4' 48" dont son année étoit trop longue, lui faisoient sans doute quelque peine; peut-être aussi connoissoit-il quelques-unes des différentes années fédérales soit d'Aristarque ou des Chaldéens (g), que nous avons rapportées dans cette histoire. Peut-être balançait-il si l'on devoit tenir compte de ces différences, incertain du choix qu'il y avoit à faire entr'elles, & de la manière d'y avoir égard. Il prévoyoit que les 4' 48" dont l'année d'Hypparque étoit plus courte que son année julienne, dérangeroient l'ordre qu'il alloit établir. Mais elles ne devoient produire qu'un jour en 300 ans; il sentit qu'en y remédiant dès-lors, cela introduiroit dans le calendrier une

(a) Cléomède, *Lib. II*, c. 1.

(b) *Ibid.*

(c) *Astron. anc.* p. 136.

(d) *Censorin*, c. 20.

Macrobe, *Sat. I*, 14.

(e) *Memorabilia mundi*, pars I.

(f) *Plin. Lib. XXIII*, 25.

(g) *Histoire de l'Astron. anc. Liv. V*,

p. 149.

Suprà, *Liv. I*, p. 449.

complication, qui ne seroit ni reçue ni suivie; & il laissa aux siècles à venir le soin de corriger l'erreur quand elle seroit arrivée.

§. XXXIII.

ON dit que Sosigènes avoit fait un commentaire sur le livre de *cælo* d'Aristote. Il s'est efforcé de trouver la raison & l'avantage des sphères qu'Eudoxe & Callippe avoient entassées dans leur système (a). Cela donne lieu de croire que les épicycles & les déferens n'étoient pas établis, ni reçus d'une manière décidée. Ils ne le furent que par l'Almageste de Ptolémée. Sosigènes fit quelques observations de Mercure, & reprit la théorie des planètes, où Hypparque l'avoit laissée; car il remarqua que cette planète se mouvoit plus vite dans la partie inférieure de son orbite d'environ neuf jours, & que se montrant, comme Vénus, tantôt le soir, tantôt le matin, elle ne s'éloignoit du soleil; dans ses plus grandes digressions, que de 23° (b). On peut croire qu'il plaçoit Mercure plus près du Soleil que Vénus. Mais ne pourroit-on pas inférer de cette expression, *la partie inférieure de son orbite*, que cet astronôme, comme les anciens Egyptiens, faisoit tourner Mercure & Vénus autour du Soleil. Il avoit composé un autre ouvrage de *revolutionibus* (c), sans doute des révolutions des planètes, qui est perdu, comme son commentaire sur Aristote. Il paroît que Sosigènes avoit quelque connoissance des éclipses annulaires, ou du moins de leur possibilité: car dans cet ouvrage des révolutions, il disoit que lorsque le soleil est éclipsé dans son péricée, le bord de la circonférence échappe à l'ombre de la lune, & donne encore de la lumière (d). Il en devoit résulter une inégalité & une différence dans les diamètres du soleil. Aussi Proclus combat-il le sentiment de Sosigènes, parce que la différence, trop petite pour être observée par les instrumens, fut rejetée par Ptolémée.

§. XXXIV.

VARRON avoit fait un ouvrage intitulé de *Astrologiâ* (e). Cassiodore rapporte son idée sur la figure du monde, qui est trop singulière pour la passer sous silence. *Mundi quoque, dit-il, figuram curiosissimus Varro longè*

(a) Simplicius, de *cælo* comment. 46.

(b) Plin., *Lib. II*, c. 8.

(c) Proclus, *Hypothyp.* p. 400.

(d) *Ibid.*

(e) Cassiodorus, de *disciplinis mathem.* *lib. de Astron.* p. 579, édit. 1656.

rotunditati in geometria volumine comparavit, formam ipsius ad ovi similitudinem trahens quòd in latitudine quidem, sed in longitudine probatur oblongum. La partie de la terre connue avoit une forme oblongue, puisqu'elle étoit plus étendue de l'est à l'ouest que du nord au midi; mais les anciens n'en attribuoient pas moins la figure ronde à la terre. Qu'entendoit-il par le monde comparé à un œuf? Quelque prévention favorable que nous ayons pour l'astronomie des tems les plus reculés, nous ne pouvons supposer que l'appâtissement de la terre ait été autrefois connu, & que cette connoissance quoiqu'oubliée, réduite à cette notion confuse & dénuée de preuves, ait été conservée jusqu'au siècle de Varron; cette connoissance tient à une théorie trop profonde, ou à des observations faites sur la terre à des distances trop grandes pour qu'elles aient été entreprises dans les tems anciens, où les communications étoient difficiles. Cette idée vient sans doute de la théologie payenne, qui apprenoit que le monde & tous les êtres étoient sortis d'un œuf (a). Les anciens représentoient la divinité productrice du monde par l'emblème d'un homme, de la bouche duquel sort un œuf (b). Les Chinois disent que le premier homme, nommé Puonzu, sortit d'un œuf (c). Toutes ces traditions, qui ne sont que des allégories, cachent sans doute des idées philosophiques; mais nous sommes venus trop tard pour les deviner; elles sont trop couvertes du voile de l'antiquité, & nous n'osons pas en chercher la source dans la connoissance de l'appâtissement de la terre.

Varron paroît être le premier qui ait fait usage des éclipses pour régler la chronologie. Censorin (d) dit, en parlant de lui, *pro ceterâ suâ sagacitate, nunc diversarum civitatum tempora, nunc defectus, eorumque intervalla dinumerans, eruit verum, lucemque ostendit, per quam numerus certus non annorum modo, sed & dierum perspicitur potest.*

§. XXXV.

NIGIDIUS FIGULUS étoit célèbre par le savoir, quoiqu'astrologue (e). Il est cité pour avoir composé deux ouvrages, l'un de la sphere barbarique, l'autre de la sphere greque. Nous avons expliqué ce que les Grecs entendoient par spheres greque & barbarique (f). Au tems d'Eudoxe, il n'y

(a) Bayle, Dict. art. Arimanius, Rem. A.

(b) Porphyre, *apud Euseb. Prep. evang. Lib. III, c. 2.*

(c) Martini, Hist. de la Chine, T. I, p. 8.

(d) Censorin, *de die natali*, c. 21.

(e) Mém. Acad. Inscript Tom. XXIX, p. 190.

(f) Astron. anc. p. 507.

avoit

avoir qu'une sphere unique, qui décrivait l'état du ciel, pour le climat de la Grece. Quand l'observatoire d'Alexandrie fut établi & illustré par les observations des Grecs, on connut un nouvel état du ciel, c'est-à-dire, des phénomènes différens, relatifs aux levers & aux couchers des étoiles. De là naquit la sphere d'Alexandrie, nommée sphere barbarique. Les astronomes qui y observoient, n'étoient pas trop barbares en fait d'Astronomie; les grecs d'Europe étoient seuls ignorans, mais ils traitoient de barbares ceux mêmes de leurs compatriotes, qui leur étoient devenus étrangers, en s'établissant chez les Egyptiens. Au reste, la gloire qu'ils acquirent étoit en effet étrangere à la Grece; cette Grece célèbre n'a jamais rien produit dans ce genre. C'est la magnificence des Ptolémées & leur protection, qui développa le génie, & rendit leur siècle à jamais mémorable.

Il ne nous reste des ouvrages de Nigidius que des fragmens recueillis par Rutgerius (a), dans lesquels est un petit traité des présages du tonnerre.

§. XXXVI

MANILIUS écrivit son poëme sous les dernieres années d'Auguste, & dans le tems de la défaite de Varrus, dont il parle à la fin de son premier livre. Cet ouvrage est divisé en cinq livres : le premier traite de la sphere & de l'étendue du monde; le second & le troisieme des étoiles fixes, & des constellations; le quatrieme de leurs présages; le cinquieme renferme la description de la sphere égyptienne moderne. L'ouvrage de Manilius est peu recommandable par les connoissances propres de l'auteur, mais il a le mérite d'avoir conservé quelques restes de l'ancienne astronomie, à la vérité gâtés & défigurés par l'astrologie.

Ce poëme fut le premier ouvrage astronomique imprimé. Regiomontanus le mit sous la presse nouvelle à Virtemberg *in-folio* en 1473, & à Florence en 1474.

§. XXXVII.

AUGUSTE avoit fait élever dans le champ de Mars un obélisque, transporté de l'Egypte à Rome; cet obélisque avoit 116 $\frac{1}{4}$ pieds romains, ou 105 $\frac{1}{4}$ de nos pieds de roi. On le voit encore renversé & brisé. M. de la Lande en parle dans son voyage d'Italie (b). Il paroît qu'Auguste eut l'intention d'en faire un gnomon, peut-être parce qu'il fut que chez les nations antiques

(a) *Varia Lectiones*, L. III, c. 16, p. 248.

(b) Tom. IV.

& savantes ; l'obélisque avoit eu primitivement cet usage ; mais comme la pénombre étoit forte , & le terme de l'ombre difficile à déterminer , un nommé Manlius , à l'imitation , dit-on , de la figure de l'homme , ajouta en forme de tête , au haut de l'obélisque , un globe doré , dont la pénombre étoit égale de tous côtés. Le centre indiquoit la véritable hauteur ; c'étoit même la hauteur du centre du soleil. Mais outre que cet usage n'étoit pas nouveau , nous ne croyons point que , ni les Egyptiens , ni Manlius ayent connu ce dernier avantage des boules placées au haut des obélisques. Il paroît seulement qu'il eut l'intention d'éviter l'incertitude de la pénombre.

L'Académie des Belles-Lettres , consultée par l'Académie des Sciences , a répondu que Pline ne paroît pas avoir regardé Manlius comme l'inventeur des boules placées au haut des obélisques ; & que si cet usage a pu passer pour nouveau , ce n'étoit que pour Rome & pour l'Italie. Il est évident par le passage d'Appion , cité dans l'histoire de l'Astronomie ancienne (a) , que cet usage remonte au moins au tems de Moïse (b).

On a imaginé que ce Manlius étoit le même que le poëte Manilius Riccioli & M. Weidler sont de cet avis ; & le premier pense que dans les manuscrits de Pline on a écrit Manlius pour Manilius , par contraction & par erreur ; mais le nom de Manilius ne se trouve point dans les Mss. anciens & authentiques de Pline : d'un autre côté Bentley , dans sa préface , nie cette identité ; il pense que Manilius fut un homme moins connu que ce Manlius cité par Pline ; car il remarque que son nom n'a été cité par aucun des anciens auteurs , auxquels , il étoit sans doute inconnu (c).

§. XXXVIII.

ON avoit placé sur un pavé de pierre (d) , proportionné à la hauteur de l'obélisque , des marques gravées sur le cuivre , par lesquelles on observoit à midi le changement de la longueur de l'ombre , correspondant à l'augmentation ou à la diminution des jours. Le P. Hardouin pense que cet obélisque non seulement mesuroit la hauteur du soleil par la longueur de son ombre , mais encore servoit de cadran. Il dit qu'il y avoit des arcs décrits du levant au couchant , divisés chacun en douze heures , qui répondoient aux différens parallèles du soleil , & qui par leurs accroissemens , ou leurs dimi-

(a) Astron. anc. p. 327.

(b) Hist. Acad. Inscr. T. III, p. 165.

(c) Riccioli , Almag. Tom. I, p. XL.

Weidler , p. 161.

Bentley , *Manilius* , p. 11.

(d) Pline , *Lib. XXXVI* , c. 10.

nations , indiquoient les accroissemens ou les diminutions des jours. Cela peut bien avoir été ainsi ; mais le texte de Plin ne fait point mention de ces arcs. Le naturaliste remarque que de son tems , & depuis trente ans environ , cet instrument ne cadroit plus avec les phénomènes. Il examine assez philosophiquement les causes qui peuvent avoir produit ce changement ; soit , dit-il , que le cours du soleil ne fût plus le même , ou qu'il fût arrivé quelque changement dans le ciel , soit que le centre de la terre eût été tant soit peu déplacé , comme quelques philosophes , & lui-même , croyent avoir eu occasion de le remarquer ; soit que seulement l'obélisque eût été remué par un tremblement de terre ; soit enfin que ses fondemens établis sur le limon , déposé par les inondations du Tibre , eussent subi quelques variations : ce qui seroit extraordinaire , puisque la profondeur de ces fondemens étoit égale à la hauteur de l'édifice.

C'est sous le regne d'Auguste que , selon Théon , cessa en Egypte l'usage de l'année vague. Ce fut la sixieme année de ce regne. Cette année le commencement de l'année vague fut le 29 d'Août , & c'est pourquoi l'année fixe des Egyptiens modernes commence le 29 de ce mois (a). Les Grecs établis à Alexandrie , avoient adopté l'année julienne ; mais les Egyptiens avoient encore conservé l'année de leurs peres , jusqu'à cette époque.

§. XXXIX.

C. J. HYGIN fut Espagnol , ou , selon d'autres , Alexandrin , d'où il fut , encore enfant , amené à Rome par César. Il fut ami d'Ovide & de Caius Licinius l'Historien , qui dit qu'il mourut pauvre (b). Il nous reste de lui un ouvrage intitulé *Poëticon astronomicum* , en quatre livres. Le premier traite des parties du monde & de la sphere ; le second des constellations & de l'origine de leurs noms ; le troisieme du lieu de ces constellations , les unes relativement aux autres , & du nombre des étoiles qu'elles renferment ; le quatrieme de la position des cercles de la sphere à l'égard des constellations. Comme , en décrivant les constellations , il rapporte les fables dont leurs noms sont dérivés , fables la plupart imaginées , ou du moins embellies par les poëtes , l'ouvrage a pris le nom d'astronomie poétique.

Des 49 constellations d'Hypparque , Hygin n'en fait que 41 , parce qu'il confond 1°. le Serpente avec le serpent ; 2°. la Chevelure de Bérénice

(a) Golius ad *Alfergan* , p. 48.
Théon , *Comment. sur l'Almag. Lib. IV.*

(b) Suetone , *de illustribus grammaticis* ,
Weidler , p. 162.

avec le Lion ; 3°. la Balance avec le Scorpion ; 5°. l'Eau qui vient du Verseau avec le Verseau même ; 6°. le Loup ou la Lance du Centaure avec le Centaure ; 7°. le Corbeau , la Coupe avec l'Hydre. Il ne parle point du tout d'Antinoüs , ce qui semble prouver qu'il a vécu avant Ptolémée & le regne d'Adrien. Le dénombrement des étoiles , qu'il attribue aux différentes constellations , monte à 711.

On a douté si cet ouvrage étoit d'Hygin , qui fut affianchi d'Auguste , parce qu'en effet le style n'est pas digne du beau siècle de la langue latine. Mais tous les auteurs d'un siècle ne sont pas doués également de l'élégance ; ni même de la pureté du style. Il est certain que l'auteur de ce livre a vécu depuis Conon , puisqu'il le cite : & il est probable qu'il a fleuri avant Ptolémée , puisque son dénombrement des étoiles ne s'accorde point avec celui de cet astronôme ; il compte 300 étoiles de moins. Ces connoissances n'ont pu être puisées qu'à Alexandrie , le catalogue de Ptolémée n'existoit donc pas ; Hygin l'auroit choisi comme le plus complet & le plus détaillé. L'ouvrage entier même fait voir un homme , qui n'est pas fort avancé dans l'astronomie ; il s'étend assez sur les positions relatives des constellations ; mais il ne dit que très-peu de chose des planetes. S'il eût vécu après Ptolémée , il en auroit su davantage.

Il est remarquable que sur le dénombrement des étoiles & sur les noms des constellations , il cite beaucoup Eratosthenes , & ne dit pas un mot d'Hypparque. Observons que ce dénombrement des étoiles d'Hygin s'accorde mieux avec celui d'Eratosthenes qu'avec celui d'Hypparque & de Ptolémée. Eratosthenes n'a compté que 675 étoiles. Il semble que ce soit le seul auteur consulté par Hygin.

§. XL.

M. VITRUVÉ POLLION , célèbre architecte du siècle d'Auguste , doit être cité ici , non comme astronôme , mais pour ses connoissances astronomiques. Dans son grand ouvrage il traite de la méthode de tracer la ligne méridienne des gnomons , du monde , des planetes , de la révolution de Vénus & de Mercure autour du Soleil , des stations & des rétrogradations des planetes. C'est là qu'il dit (a) : *Ergò potiùs ea ratio nobis constabit , quod fervor , quemadmodùm omnes res evocat & ad se ducit , eadem ratione solis impetus vehemens , radiis trigoni formâ porrectis insequentes stellas ad se*

(a) *Archit. Lib. IX, c. 5.*

perducit; & antecurrentes, veluti refrenando retinendoque, non patitur progredi, sed ad se cogit regredi, & in alterius trigoni signum esse. Ces paroles, qui exprimeroient assez bien l'effet de la force attractive du soleil, par laquelle il maîtrise & retient les planetes dans leurs orbites, ne doivent être appliquées cependant qu'aux rétrogradations des planetes, que quelques anciens (a) expliquoient par l'action d'une force qu'ils donnoient aux rayons du soleil dans certains aspects. Mais ils étoient fort embarrassés d'expliquer comment ces rayons n'avoient plus de force, ni d'effet dans tout autre aspect. Ce que dit Vitruve ne prouve donc rien autre chose, sinon qu'il n'avoit pas entendu parler des épicycles, qui expliquoient beaucoup mieux ces rétrogradations, & qui avoient cependant été enseignés, long-temps avant Vitruve, par Apollonius de Perge & par Hypparque.

§. X L I.

L'IGNORANCE de l'astronomie à Rome étoit telle que Vitruve, quelque éclairé qu'il fût d'ailleurs, écrit que la révolution de la lune autour du soleil est de 28 jours & un peu plus d'une heure, parce qu'on étoit encore alors dans le préjugé qu'elle faisoit 13 révolutions dans une année (b). Il établissoit les révolutions des autres planetes d'une maniere qui n'étoit pas beaucoup plus exacte. En voici la comparaison avec celles d'Hypparque.

	Vitruve.	Hypparque.
☾	. . . . . 360 ¹ . . . . .	. . . . . 365 ¹
♀	. . . . . 485 . . . . .	. . . . . 365
♂	. . . . . 683 . . . . .	. . . . . 687
♄	. 11 ² . . . 363 . . . . .	. 11 ² . . . 315
♅	. 29. . . . 160 . . . . .	. 29. . . . 157 (c)

Il y a ici beaucoup d'ignorance, ou des fautes de copistes.

On peut conclure de ce que Vitruve ne parle point du mouvement des fixes, qu'il ignoroit les découvertes d'Hypparque. Il ignoroit également les révolutions des planetes que cet astronôme avoit déterminées. Nous jugeons en conséquence que les révolutions rapportées ici, sont celles qui furent connues avant Hypparque. Celle de Saturne est la plus exacte, parce que ce fut la planete que les Chaldéens observerent le plus assidûment. (d). Les

(a) Plin., *Lib. II, c. 15.*

Riccioli, *Almag. T. I, p. 648.*

(b) *Archis. Lib. IX, c. 4.*

(c) *Ibid.*

(d) *Histoire de l'Astronomie ancienne, Eclairc. p. 362.*

observations étant plus multipliées, les résultats furent meilleurs. Si les anciens eussent appliqué à ces planetes la méthode de partager l'erreur à un grand nombre de révolutions, il n'y auroit pas eu près de cinquante jours d'erreur sur la révolution de Jupiter.

Vitruve dit que l'étoile polaire est une des étoiles du Dragon, étoile qui est fort lumineuse, & placée près de la tête de la grande ourse. L'étoile la plus près du pôle alors, étoit au muse de la Giraffe; on la voyoit en 1669, suivant le catalogue d'Hévélius, dans $24^{\circ} 43' 10''$ de longitude, avec une latide de $64^{\circ} 12'$. Elle a donc dû se trouver dans le colure des solstices, l'an 122 ans avant J. C. Il est vrai que cette étoile n'est marquée que de la cinquieme grandeur; & que même, quoiqu'elle soit encore sur les planispheres de Flamsteed, elle ne se trouve point dans le grand-catalogue britannique. Il n'y a pourtant que celle-là qui puisse avoir été polaire alors: \wedge du Dragon n'a jamais pu approcher du pôle qu'à plus de 9° , & nous avons dit que \times n'a pu être polaire que vers le quatorzieme siecle avant J. C. (a). On pourroit donc conclure que Vitruve avoit en vue cette étoile de la Giraffe, & qu'elle auroit diminué de grandeur depuis, s'il n'étoit pas plus naturel de supposer que Vitruve suivoit quelque ancienne tradition, qui portoit qu'on avoit vu une belle étoile au pôle: car Hypparque dit positivement qu'il n'y a aucune étoile au pôle (b). Dans tout l'Almageste il n'est point question de l'étoile polaire. On peut soupçonner même qu'Hypparque n'eût pas dit la chose si positivement, s'il y avoit eu au pôle une étoile de la cinquieme grandeur. D'où il s'ensuivroit que l'étoile du muse de la Giraffe, qui existoit du tems d'Hévélius, n'existoit pas au tems d'Hypparque, ou n'étoit pas visible, comme elle ne l'est plus aujourd'hui sans doute.

§. XLII.

VERS le commencement de l'ère chrétienne, Germanicus César, petit-fils d'Auguste, traduisit en vers latins le poëme d'Aratus, l'orna de commentaires, & le dédia à Auguste, déjà vieux. Le dénombrement des étoiles que l'on trouve dans ces commentaires, monte environ à 710 étoiles. Il est donc assez semblable à celui d'Hygin: on peut remarquer qu'Hypparque n'y est point cité. Germanicus-César ne compte que 44 constellations; la Fleche, la Couronne australe, Procyon, le Serpent & la Chevelure de Bérénice sont confondues avec les autres constellations. Il ne faut point dire, comme

(a) Astron. anc. p. 511.

(b) Comment. ad Arat. Lib. I, p. 179.

Riccioli, qu'il a omis Antinoüs; car Antinoüs & Adrien n'ont vécu que cent ans après Germanicus César (a). Indépendamment de l'honneur qu'un Prince se fait en cultivant les sciences, il donne une haute idée de son caractère & de sa sagesse. Dans l'âge des plaisirs, dans le rang qui les favorise, l'homme qui cultive son esprit, n'a pas le cœur corrompu; les passions n'y ont point établi leur empire, puisqu'il a le goût des choses utiles: & comme auprès du trône il employa son loisir à l'étude des lettres, sur le trône il n'eût été occupé que du bonheur des peuples. Aussi Germanicus, qui eût sans doute rempli cette espérance, fut-il regretté universellement, & honoré de ces larmes précieuses, qui ne coulent que pour les Rois qui sont des hommes.

§. XLIII.

On cite, sous le regne de Néron, un Andromaque de Crete, premier médecin de ce Prince, qui inventa des théories des planetes. Nous ignorons en quoi elles consistoient; Clavius & Fabricius, qui les citent (b), ne donnent pas d'autres détails, & n'alleguent aucune autorité ancienne & positive. Mais nous avons cité Sénèque, dont les ouvrages philosophiques renferment plus d'astronomie, plus de connoissances & de vues qu'on n'en trouve dans tous les auteurs ensemble depuis Hypparque jusqu'à lui. Il est fâcheux que des idées si saines soient gâtées par la croyance à l'astrologie judiciaire. *Le sort des peuples, dit-il, dépend des plus légers mouvemens des planetes; les succès & les revers arrivent selon la marche d'un astre favorable ou contraire (c).* Cette influence qu'il accorde aux planetes, il l'étend jusqu'aux étoiles fixes: *les Chaldéens, ajoute-t-il ailleurs, ont connu par observation l'influence des planetes; mais quelle est la source de l'erreur des prédictions, si ce n'est d'avoir borné à un si petit nombre d'astres le pouvoir qui s'étend à tous (d).*

§. XLIV.

Sous le regne de Domitien on trouve un astronôme, nommé Agrippa, qui fit quelques observations dans la Bithynie. Ces observations sont citées par Ptolémée (e). Ménélaus fut encore un autre astronôme, cité également par Ptolémée (f), qui observa à Rome dans le même tems. L'un & l'autre

(a) Almag. Tom. I, p. 410.

(b) Weidler, p. 172.

(c) De Consolat. ad Marcian. c. 18.

(d) Quæst. natur. II, 32.

(e) Almag. Lib. VII, c. 3.

(f) Ibid.

observèrent quelques appulses & quelques occultations des étoiles par la lune. Menelaüs composa un traité des sphériques en trois livres, qui nous est parvenu, & que le P. Mersene a publié (a). Ce Pere croit que Ptolémée y a pris ce qu'il a donné sur la trigonométrie sphérique dans son *Almageste*. Ainsi en comptant Hypparque & Théodose, voilà le troisième auteur de ce genre qu'il auroit dû citer. Les deux livres des sphériques de Ménelaüs ont été traduits en latin & publiés par le P. Mersenne *in-4°*. à Paris en 1644.

Millæus, géometre de Rome, selon Augustin Riccius (b), a fait des observations des étoiles, & rapporté leur lieu à l'écliptique, la première année de Trajan, ou l'an 98, 41 ans avant Ptolémée, qui n'a fait qu'ajouter, selon Riccius, 25' aux positions de Millæus. Ce fait n'est cité nulle autre part. Cependant Riccius fait mention plusieurs fois de ce Millæus; il rapporte même une de ses observations de la boréale des trois, qui sont au front du scorpion, étoile qu'il place dans 5° 55' de ce signe. Ptolémée donne en effet 25' de plus, en la plaçant dans 6° 20'. Millæus seroit-il le même que Ménelaüs.

On trouve à la fin du premier, ou au commencement du deuxième siècle de l'ère chrétienne, le vieux Théon de Smyrne, philosophe platonicien; On l'appelle le vieux, pour le distinguer de celui qui commenta l'*Almageste* de Ptolémée, & qui est postérieur. Il paroît que celui dont il est question ici, étoit, ainsi que Ménelaüs, contemporain de Plutarque, puisque ce philosophe les introduit comme interlocuteurs dans son livre *de facie in orbe luna*. Théon avoit composé un abrégé des mathématiques en quatre livres, qui traitoient de l'arithmétique, de la musique, de la géométrie & de l'astronomie. Nous n'avons point ce dernier; Bouillaud en a retrouvé un très-petit fragment que nous avons cité (c). Cependant Vossius assure à M. Bouillaud que le traité de l'astronomie existoit en entier à Milan dans la bibliothèque Ambrosienne (d). Il seroit à souhaiter qu'on visitât avec soin les bibliothèques, qui peuvent receler ces restes précieux de l'antiquité. Si les sciences, dans l'état où elles sont aujourd'hui, n'ont rien à y gagner, l'histoire de l'astronomie y trouveroit peut-être bien des renseignements utiles.

(a) *Synops. Mathem.* p. 204.

(b) *Traité de motu octavae sphaera*, p. 32.

(c) *Hist. Astron. anc.* p. 333.

(d) Weidler, p. 175.

ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE TROISIÈME.

De la Mesure de la terre par les Anciens , & de leurs Mesures itinéraires.

§. PREMIER.

IL est probable, comme nous l'avons fait voir, que les quatre mesures de la terre d'Aristote, de Cléomède, de Possidonius & de Ptolémée ne sont qu'une seule & même mesure, exprimée en stades différens ; & de cette supposition nous avons déduit quatre stades, qui sont entr'eux comme les nombres 9, 12, 15 & 20. Ces quatre stades formés de coudées égales, en contiennent 180, 240, 300 & 400. Nous allons ajouter aux preuves que nous avons déjà données, quelques recherches sur les mesures des anciens, qui nous fourniront des lumières & de fortes probabilités. Ces détails ne paroîtront point étrangers à la matière que nous traitons, s'ils donnent un nouveau degré d'évidence à l'identité des quatre mesures de la terre, & en général à l'identité des mesures des anciens peuples. Cette découverte ne peut que jeter un très-grand jour sur l'origine des peuples & des sciences. Si la plupart de ces peuples ont eu des mesures semblables, c'est qu'ils renoient leurs institutions de la même source ; si ces mesures appartiennent à un système mieux lié & plus étendu que celui de toutes les mesures connues, c'est que ce système est l'ouvrage d'un peuple savant, policé & puissant.

§. II.

Nous avons d'abord une preuve de fait qu'il y avoit eu plusieurs mesures de la terre, qui étoient conformes, ou à peu près égales. Ptolémée,

Tome I.

Sff

en rapportant la mesure du degré de 500 stades, ajoute expressément, *id verò confessis dimensionibus consonum est* (a), ce qui semble vouloir dire que cette détermination est conforme, non seulement à une mesure de la terre, mais encore à plusieurs précédemment établies. Deux de ces mesures en particulier, savoir, celle de Ptolémée de 180000 stades, & celle de Possidonius de 240000 ont déjà été reconnues pour identiques, du moins Riccioli (b), M. Freret (c), ne s'éloignent pas de les regarder comme telles. Strabon (d) dit que la mesure de 180000 stades fut choisie ou approuvée par Possidonius; elle existoit donc deux siècles avant Ptolémée, c'est l'époque de Possidonius. Cette mesure est donc identique à celle de ce philosophe; puisqu'il avoit mesuré la terre lui-même, il n'eût point choisi une autre mesure, il auroit préféré la sienne. Quand Strabon dit qu'il a choisi ou approuvé celle de 180000 stades, cela signifie qu'il l'a jugée bonne, & que c'est celle-là même qu'il a employée, quoique travestie par un stade différent. En rapprochant ces passages des anciens auteurs, on trouve encore une preuve démonstrative de l'identité de ces deux mesures. Cléomède (e) dit que la distance de Rhodes à Alexandrie est de 5000 stades, & qu'on en a déduit la circonférence de la terre de 240000 stades; Strabon & Pline (f) disent que cette distance est de 3750 stades, d'où résulte le degré de 500 stades, & la circonférence de 180000. Il est clair qu'il est question de deux stades différens pour exprimer la même distance, que ces stades étoient dans le rapport de 3 à 4, comme les deux mesures de la terre, & que ces deux mesures sont identiques. Ces mesures ayant également pour base la distance de Rhodes à Alexandrie, & cette base étant celle dont Possidonius s'est servi. Il est clair que les deux mesures ne sont que la mesure même exécutée par ce philosophe.

§. III.

La grande coudée de 20, 544 pouces est le drah ou le nilometre du Caire; elle y a été mesurée avec soin. M. Freret a prouvé qu'elle n'avoit point varié depuis Sesostris (g). Le Docteur Arbuthnot évalue la coudée des Hébreux à 21, 888 pouces (h); ce sont sans doute des pouces anglais,

(a) *Geog. Lib. I, c. 1.*(b) *Geog. refor. Lib. V, c. 8, §. 5.*(c) *Mém. Acad. inscript. Tome XXIV, p. 518.*(d) *Geogr. Lib. II.*(e) Cléomède, *Cyclic. theor. Lib. I, c. 10.*(f) Strabon, *Geog. Lib. II.*Pline, *Lib. V, c. 31.*(g) *Suprà, p. 146.*(h) *Encyclop. art. coudée.*

lesquels réduits suivant la proportion du pied anglois au pied de roi françois, 107 à 114 (a), donnent encore précisément 20, 544 pouces. Le docteur Cumberland évalue cette même coudée des Hébreux à 21, 750 pouces (b); mais cette évaluation s'éloigne infiniment peu de celle du docteur Arbuthnot. Le prophete Ezechiel dit que la coudée hébraïque est égale à une coudée babylonienne, plus une palme (c).

Avant d'aller plus loin, il faut connoître cette dernière coudée; nous en trouverons des indices chez les Perses & chez les Arabes. Un auteur Persan nous apprend que la coudée de Babylone avoit 32 doigts (d); c'est déjà une ressemblance avec celle du Caire. Nous avons vu qu'en supposant que les 180000 stades de la mesure de la terre fussent des stades alexandrins de 114 toises $\frac{4}{10}$, & en supposant que cette mesure fût identique à celle des Persans de 8000 parasanges, il en résulteroit que la coudée de ces derniers étoit précisément de 20, 544 pouces, comme celle du Caire (e). Chez les Arabes, un auteur géodésique cité par Golius (f), nous a donné quelques détails sur leurs mesures. La coudée originaire avoit 24 doigts; la coudée haschemite en avoit 32: elle étoit aussi appelée royale, parce qu'elle avoit été établie du tems des Perses, qui vivoient sous des Rois. Il est donc naturel de penser que ces trois coudées du Caire, des anciens Perses & des Arabes, chacune de 32 doigts, sont identiques.

Les Arabes, ajoute le même auteur, avoient encore la coudée noire, qui portoit ce nom, parce que Almamon s'étant fait présenter plusieurs modèles de coudées, il choisit celle d'un esclave noir comme la plus grande, & il en ordonna l'usage. Cette coudée avoit 27 doigts, & sept de ces coudées, plus un neuvième, valoient six coudées haschemites. Remarquons que cette coudée, quoique présentée à Almamon, & établie par ce Calife, n'étoit point nouvelle, c'est une fable de l'auteur Arabe. Hérodote parlant des murs de Babylone, les évalue en coudées royales, qui, dit-il, étoient plus grandes de trois doigts que la coudée grecque (g). Il est évident que cette coudée est la coudée noire de 27 doigts, qui seulement avoit changé de nom en passant des Perses aux Arabes. La coudée grecque est la coudée ordinaire de 24 doigts.

(a) M. Leroy, *Ruines de la Grece*, page 54.

(b) M. d'Anville, *Mes. itin.* p. 30.

(c) Chap. 40, v. 5, chap. 43, v. 13.

(d) Shah Cholg. traduit par Greaves, p. 95.

(e) *Suprà*, p. 148.

(f) Golius *ad Alfergan*, p. 74.

(g) Hérodote, *Lib. I.*

§. IV.

M. FRÉRET dans son travail des mesures longues, s'est trompé en interprétant la paraſange d'Ezechiel : il a conclu que la coudée babylonienne, étant plus courte d'un palme que la coudée hébraïque, ne contenoit que cinq palmes ou 10 doigts, & que la coudée greque, plus courte encore d'un huitieme, ne contenoit que 17 doigts & demi; mais pourquoi d'un huitieme? Hérodote ne le dit pas; il dit seulement qu'elle avoit trois doigts de moins que la coudée babylonienne. En établissant la coudée greque de 24 doigts, comme Hérodote le dit, la coudée babylonienne fera de 27 doigts, ou semblable à la coudée noire des Arabes; enfin la coudée hébraïque aura 31 ou plutôt 32 doigts; car il est évident que le prophète n'a voulu donner qu'un à peu près, il n'a pas tenu compte d'un quart de palme, ou d'un doigt, qu'il auroit fallu encore ajouter à la coudée babylonienne. En rapprochant, comme nous l'avons fait, toutes les mesures rapportées par les Arabes & les Persans de celles d'Hérodote & des Hébreux; on voit d'une part que les coudées égyptiennes, persanes, arabes & hébraïques étoient semblables, étoient chacune de 32 doigts; & de l'autre on voit que ces quatre coudées avoient la même valeur & la même étendue, c'est-à-dire, qu'elles étoient de 20,544 pouces. Cela est prouvé 1°. pour la coudée du Caire, qui a été directement mesurée; 2°. pour la coudée des Perses, qui lui est identique; 3°. pour la coudée des Arabes, puisque nous prouverons (a) que la coudée de 27 doigts étant de 17,332 pouces, la grande coudée de 32 doigts doit être de 20,544; 4°. pour la coudée hébraïque, puisqu'elle étoit dans le rapport de 32 à 27 avec la coudée babylonienne de 27 doigts, de 17,332 pouces.

§. V.

Ces qui avoient primitivement établi ces mesures, avoient eu le dessein d'en rendre la valeur invariable, en la rapportant à des mesures prises dans la nature par des indications assez détaillées. La coudée ordinaire étoit la longueur de l'avant-bras; elle contenoit six poings, palmes ou palmes, chaque palme quatre doigts, savoir, l'index, le medius, l'annulaire & l'auriculaire. Chacun de ces doigts étant égal à six grains d'orge placés à côté les uns des autres, chaque grain égal à six poils de

(a) *Infrà*, §. 14, & *Eclairc.* Liv. V, §. 5.

cochon (a). Ces indications ne pouvoient conserver la justesse d'un grand nombre de mesures répétées ; mais elles suffisoient pour en faire retrouver en tout tems à peu près la valeur : elles n'auroient point suffi pour conserver ces mesures dans un long espace de tems , & dans le transport d'un pays dans un autre , si les anciens n'avoient eu des étalons placés & gravés sur des monumens publics & durables , tels que le nilometre du Caire. Il paroît cependant que les anciens ont eu un moyen plus sûr , c'est , comme nous l'avons dit , de lier ces mesures à celles de la terre. Pourquoi la circonférence de la terre contient-elle si précisément 180000, 240000, 300000, 400000 stades , 8000 parasanges ? Pourquoi ne contient-elle pas 310000 stades , 8300 ou 8400 parasanges ? Pourquoi cette mesure contient-elle 72 millions de coudées ? Il est de toute évidence pour quiconque y voudra réfléchir , que les anciens ont réglé les stades , les parasanges , la coudée même sur l'étendue de la circonférence du globe ; ou du moins , si ces mesures étoient instituées , qu'ils les ont un peu changées , pour qu'elles fussent des parties aliquotes de cette circonférence.

§. V I.

En regardant la mesure de Possidonius de 240000 stades comme identique avec celle de Ptolémée , qui en contient 180000 , nous avons conclu qu'elles sont fondées sur deux stades qui sont dans le rapport de 3 à 4 , le plus grand est le stade alexandrin de 114 toises 0 pieds 9 , 60 pouces , & l'autre , qui n'en est que les trois quarts , est un stade de 85 toises 3 pieds 7 , 2 pouces. Il s'agit maintenant de prouver que les anciens ont connu ce stade & en ont fait usage. 1°. M. Freret , dans son mémoire sur les mesures longues des anciens (b) , établit qu'ils avoient un stade de 83 toises 0 pieds 7 pouces 4 lignes , c'est-à-dire , qu'il tire cette valeur des différentes mesures géographiques , évaluées en stades par les auteurs grecs & latins. Nous ne discuterons point cette détermination , nous remarquerons seulement qu'elle ne s'éloigne pas beaucoup de la nôtre. 2°. Hérodote dit que la parasange contient 30 stades : nous avons déterminé la parasange de 2568 toises , dont la trentième partie est précisément 85 toises 3 pieds 7 , 2 pouces. 3°. Jean-Dominique Cassini a déjà retrouvé ce stade (c). Strabon donne à la France en longitude , entre le temple de Vénus Pirenée

(a) Golius , *ad Alfegan* , p. 75.(b) *Mém. Acad. Inscr.* T. XXIV , p. 504.(c) *Mémoires de l'Académie des Sciences* ,

1702 , p. 16.

& l'embouchure du Var 277 milles qu'il évalue à 2600 stades. M. Cassini suppose le mille de 765 toises, & trouve le stade de 85 toises. 4°. en supposant que Syene étoit sous le tropique, fixé au tems d'Ératosthènes, à $23^{\circ} 51'$, si l'on prend la latitude d'Alexandrie, déterminée par M. de Chazelles de $31^{\circ} 11'$, la distance céleste des deux villes sera dans le sens du méridien, de $7^{\circ} 20'$ (a); mais comme Syenne & Alexandrie ne sont pas précisément sous le même méridien, la distance céleste entre leurs zeniths, ou l'arc de grand cercle qui passe par ces deux points, est un peu plus grand que la distance des parallèles, ou la différence de latitude; nous avons trouvé par le calcul qu'il falloit ajouter neuf minutes à cette différence, & l'on aura l'arc de grand cercle de $7^{\circ} 29'$. Or, en supposant le degré de 57072 toises, les $7^{\circ} 29'$ font 426989 toises qui répondent à 5000 stades; d'où l'on conclut le stade de 85 toises 1 pied 4 pouces, qui s'éloigne infiniment peu de notre évaluation. On ne peut attendre rien de plus exact des mesures géographiques; elles sont toujours sujettes à quelque erreur. Mais la valeur de ce stade conclue de l'identité des deux mesures de la terre, & du rapport qui en résulte entre ce stade & le stade alexandrin, est infiniment préférable, parce qu'elle annonce une exactitude rigoureuse; & qu'étant liée par un rapport exact au mieux connu de tous les stades, elle ne pourroit avoir d'autre incertitude que celle de la mesure même de ce stade.

§. VII.

De l'identité des quatre mesures de la terre résultent, comme nous l'avons dit, quatre stades, qui sont entr'eux comme les nombres 20, 15, 12 & 9. Nous venons d'en faire connoître deux, le premier de 114 toises 0 pieds 9, 60 pouces; le second de 83 toises 3 pieds 7, 2 pouces; les deux autres, en suivant ces rapports, sont l'un de 68 toises 2 pieds 10, 25 pouces; & l'autre de 51 toises 1 pied 1, 92 pouces. Ces quatre stades nous ont paru avoir dû exister nécessairement, parce que les quatre mesures de la terre sont trop différentes, pour que l'on puisse supposer qu'elles sont exprimées en stades semblables, & que ces différences sont des erreurs d'observation: parce que ces quatre mesures ont entr'elles des rapports exacts, qu'elles n'auroient point si elles ne tenoient pas ces rapports des stades qui les composent. Nous avons donc cru que ces raisons de

(a) *Suprà*, p. 459.

probabilité, qui sont très-fortes, suffisoient pour établir l'existence de ces stades, mais nous n'avons pas négligé d'y joindre les preuves de fait que nous avons rencontrées depuis dans les savans mémoires de l'Académie royale des Inscriptions & Belles-Lettres.

Feu M. le président de Brosses a reconnu & indiqué un stade de 68 ou 69 toises (a), voilà pour le premier; quant au second, M. de Lisle trouve qu'une distance estimée de 16050 stades par Xenophon, en demande plus de 1111 au degré (b); ce qui fait 400000 pour la circonférence. M. d'Anville, dans ses recherches sur la valeur du schœne, reconnoît la nécessité de supposer un stade de 51 toises & quelques pieds (c). M. Buache fait voir que les stades employés dans l'itinéraire d'Alexandre, doivent être supposés de 51 toises (d). De l'étendue de l'Asie mineure, donnée en stades & en même nombre; à très-peu près par Hérodote & par Xenophon. M. Freret conclut que le degré contenoit 850 stades, & les 1111 stades pour un degré de grand cercle, donnent très-précisément 851 stades pour un degré du parallèle de l'Asie mineure (e); il tire le même résultat de la mesure du Pont-Euxin par Hérodote (f). Eratosthenes fixoit à 13000 stades l'étendue de l'Inde du nord au sud; cet espace en latitude est de 11 à 12 degrés; ce qui donne environ 1100 stades pour un degré (g). Enfin nous compléterons ces preuves en disant que le résultat d'un grand travail de M. Freret sur les mesures longues, a été d'établir quatre stades, savoir celui de 114 toises, qui est le stade alexandrin, un stade de 83 toises, qu'il avoit mal évalué, & enfin deux autres stades, l'un de 68 t. 3 pds. 5 p. 4 l., l'autre de 51 t. 2 pds. 6 p. 11 l. (h), qui diffèrent infiniment peu des deux stades que nous avons fixés au commencement de ce paragraphe.

Ces stades différens ne doivent pas étonner: combien y a-t-il en Europe de lieues & de milles de diverse espece. Personne ne doute que dans la Grece même il n'y ait eu des stades inégaux; Aulu-Gele le dit expressément (i). Rien n'est donc mieux constaté que l'existence de ces quatre stades; rien n'est donc plus évident qu'ils appartiennent respectivement aux quatre mesures de la terre, qui sont dans les mêmes rapports que ces stades. Mais il est également clair que l'évaluation que nous en donnons ici est

(a) Mém. Acad. Inf. T. XXVII, p. 39.

V. aussi le P. Tournemine sur Prideaux.

(b) Mém. Acad. des Scien. 1721, p. 56.

(c) Mém. Ac. Inf. T. XXVI, p. 83, 85.

(d) Mém. Acad. des Sc. 1731, p. 119.

(e) Mém. Acad. Inf. T. XXIV, p. 439.

(f) *Ibid.* p. 504.

(g) M. d'Anville, *Mes. itin.* p. 147.

(h) Mém. Acad. Inf. T. XXIV, p. 504.

(i) *Ibid.* T. XIX, p. 564.

préférable à tout autre ; car ayant une fois admis l'identité des quatre mesures , le rapport des stades qui les composent est donné ; c'est de ce rapport même qu'on doit tirer leur valeur , en prenant pour donné celui des quatre qui a été le plus exactement mesuré , & qui est le mieux connu : c'est ce que nous avons fait en prenant le stade alexandrin.

§. V I I.

M. d'ANVILLE cite un stade , qui dans un manuscrit de la bibliothèque du Roi est nommé *asparexe* ; il trouve que ce mot est composé de deux mots persans , qui signifient *la carrière d'une course de cheval* (a) ; il est donc synonyme du mot grec *stade* : celui-ci n'est que la traduction de l'autre , qui est certainement l'original : ainsi les stades viennent d'Asie ; ainsi l'on ne doit point accuser , comme on l'a fait , ceux qui trouvent des stades dans l'Asie , de transporter dans cette partie du monde les mesures de la Grece ; ils ne font que les rapporter à leur origine. Le mot *schæne* , *schoinos* , selon deux auteurs , Athénée & Callimaque , cités par M. d'Anville , est un terme persan (b) ; ce qui confirme notre conjecture , que presque toutes les mesures , qui étoient en usage dans l'antiquité , sont originaires d'Asie.

§. V I I I.

Nous nous permettons ici quelques détails sur les mesures anciennes , leurs divisions & leurs rapports , pour prouver que leur base commune est la grande coudée de 20, 544 pouces , ou les deux autres coudées qui lui étoient liées par des rapports exacts. Nous allons recueillir quelques passages d'auteurs qui nous donnent l'idée de ces mesures , & leur détermination faite par les modernes , d'après les monumens subsistans.

Selon Hérodote , cent pas font un stade , ou six arpens , ou six plethres ; le pas est de six pieds , ou de quatre coudées ; le pied de quatre palmes , & la coudée de six (c). Il est impossible de ne pas reconnoître une analogie marquée entre cette coudée greque & la coudée orientale ; mais en même tems on voit qu'il s'agit de la coudée ordinaire , parce qu'elle étoit la seule qui contint six palmes ; la grande en contenoit huit.

Le pied romain a été trouvé de $\frac{1306}{1440}$ du pied de Paris (d) ; par conséquent il est de 10, 883 pouces , ou de 10 pouces 10, 596 lignes. Le pied

(a) Mém. de l'Acad. des Inf. T. XXXI ,

p. 295.

(b) Mém. itin. p. 90,

(c) Hérodote , Lib. II.

(d) Freret , Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XXIV, p. 447.

grec est de $\frac{11}{14}$ du pied romain, par conséquent de 11, 336 ponces, ou de 11 ponces 4, 028 lignes. M. Leroy l'a trouvé sur des monumens grecs, de 11, 38 ponces, ou de 11 ponces 4, 56 lig (a).

Observons que Riccioli suppose le pied romain de 11 ponces 1 lig. $\frac{2}{3}$, c'est-à-dire, plus grand d'environ 3 lignes. Celui que nous établissons ici est conforme à celui qui porte le nom de Lucas Petus, & qui a été mesuré sur un pied conservé au Capitole. Ce pied a encore été mesuré à Rome par M. Folkes, qui l'a trouvé de 966 parties du pied anglois, divisé en 1000 (b); & à cause de la proportion de 107 à 114, cela fait 10 ponces 10, 3 lignes de notre pied. On croit que l'aune étoit quadruple du pied romain. MM. Helot & Camus ont fait des recherches pour constater l'étendue de l'aune des merciers, la plus ancienne & la mieux conservée; ils l'ont établie de 3 pieds 7 ponces 10 lignes $\frac{2}{3}$ (c); d'où résulte le quart de cette aune de 10 ponces 11, 70 lignes.

Héron, dans son livre des mesures, rapporte que le pied philétérien étoit de 16 doigts, dont le pied italien n'en avoit que 13 $\frac{1}{3}$ (d); c'est-à-dire, que ces deux pieds étoient dans le rapport de 6 à 5. Ainsi quand Hérodote dit que le stade étoit de 60 pieds, le stade philétérien résulte de 107 toises 4 pieds 11 ponces; c'est sans doute ce stade dont parle Helychius, quand il dit qu'il y en avoit 7 au mille romain. Quant à nous, nous pensons que ce pied est trop près de celui qui résulte de la coudée du Caire, ce stade trop près du grand stade alexandrin de 114 toises, pour qu'ils ne soient pas les mêmes; & si par le pied italique de Héron on entend le pied grec de 11, 38 ponces, qui peut fort bien avoir été en usage en Italie, ce sera toute autre chose. Le pied philétérien, plus grand d'un cinquième en sus, sera de 13, 652 ponces, & la coudée dont ce pied est les $\frac{5}{7}$, sera de 20, 478 ponces trop près de la coudée du Caire, pour n'être pas évidemment la même.

En conséquence, si au contraire on déduit, suivant leur rapport, le pied philétérien, le pied grec & le pied romain de la coudée du Caire, on aura :

La coudée du Caire de.	20 ^p , 544, ou de 20 ^p	6 ^l , 528
Le pied philétérien, qui en est les deux tiers.	13, 696,	13 8, 352
Le pied grec, plus petit d'un sixième.	11, 413,	11 4, 956
Le pied romain, plus petit de $\frac{1}{17}$	10, 956,	10 11, 486

(a) Ruines de la Grece.

(b) Transactions philosop., ann. 1736,

p. 442.

(c) Mém. Acad. des Sc. 1746, p. 107.

(d) Traité des mesures de M. Auzout.

Mém. Acad. Scien: T. VII, p. 318.

Où l'on voit que le pied grec ne diffère que de $\frac{2}{7}$ de lignes de celui qui a été mesuré par M. Leroy, & où le pied romain ne s'éloigne que de $\frac{2}{10}$ de ligne du pied du Capitole, & d'un $\frac{1}{7}$ de ligne seulement de celui qui résulte de l'aune des merciers. Il s'en faut bien que les différentes mesures du pied romain s'accordent entr'elles aussi-bien que notre détermination s'accorde avec les meilleures de ces mesures, puisque Riccioli s'écarte de 3 lignes du pied de Lucas Petrus.

§. 1 X.

IL n'est pas étonnant que ces mesures grecque & romaine, soient dérivées des mesures antiques; tout prouve l'influence de l'Asie sur l'Europe. On cite encore un pied de Drusus, en usage chez les Romains, qui étoit de 13 pouces $\frac{1}{2}$ du pied romain (a). Ce rapport de 27 à 24 indique évidemment que ces deux pieds dérhoient de la coudée ordinaire, & de la coudée babylonienne d'Hérodote, ou de la coudée noire des Arabes, qui avoient l'une 24 doigts, & l'autre 27. Héron cite un mille composé de 3000 coudées, comme celui qui fait le tiers de la parasange des Perses, & dont nous avons parlé plus haut (b). Notre lieue, & particulièrement celle d'Angleterre, ne contient-elle pas trois milles comme la parasange? On trouve en Italie la brasse de Florence; elle sert à mesurer les longueurs, & elle est de 20 pouces 3 lignes de notre pied de roi (c); il est impossible de n'y pas reconnoître la grande coudée altérée de trois lignes; elle y est venue sans doute de l'Egypte; mais les traces de son origine babylonienne sont conservées; car le mille de Florence contient encore précisément 3000 de ces coudées.

§. X.

QUANT aux mesures données par Hérodote, dont nous avons parlé plus haut, il faut, pour les concilier avec celles-ci, admettre un pied & une coudée plus petits; & cela est évident, puisqu'Hérodote compose sa coudée de six palmes, tandis que la grande coudée en contenoit huit. La coudée d'Hérodote, qui contenoit six palmes ou vingt-quatre doigts, étoit donc les $\frac{3}{4}$ de celle-ci. En conséquence de cette supposition, qui à bien des égards n'en est point une, nous établirons cette coudée de 15, 408 pouces; d'où on déduit :

(a) Mém. Acad. Inscr. T. XXIV, p. 449.

(b) *Suprà*, p. 147.

(c) Voyage de M. Cassini en Italie, Mém. Acad. Scien. T. VII, p. 23.

ÉCLAIRCISSEMENTS

515

Le palme de.	2 ^p	568 ^l
Le pied.	10	272
Le pas.	5 ^p	632
Le Plethre.	14 ^t	1 7 200
Le stade.	85	5 7 200

Stade pareil à celui que nous avons déjà trouvé. On peut remarquer que le pas de 5 pieds 1 pouce $\frac{1}{2}$ environ est à peu près égal à notre pas géométrique. On peut remarquer encore que le plethre contenoit exactement 50 grandes coudées ; & de ce que le mille étoit toujours composé de 1000 pas, il s'en suit que l'on retrouve le mille babylonien, puisque 1000 de ces pas, font exactement 856 toises. Ce mille paroît avoir été connu dans la Grece ; on parle d'un mille grec, qui étoit composé de 10 stades (a). Ce mille a trop de ressemblance avec le mille babylonien, qui contenoit précisément 10 stades de 85 toises 3 pds. 7 pces. pour n'être pas le même. Le mille romain étoit plus petit, & n'avoit que 756 toises ; mais c'est que les Romains ont sans doute fait usage du stade grec de 94 toises $\frac{833}{1000}$; ils en ont donné 8 au mille, ce qui fait 756 toises.

§. XI.

Moïse de Koreme, cité par M. d'Anville (b), dit que le stade appelé *vetayan* est de 100 pas, chaque pas de 6 pieds, le pied de 6 doigts ; mais que le stade des stades est de 143 pas : 7 de ces stades composent le mille dont 3 font la parasange. On peut appercevoir là un stade nouveau. En partant de la parasange, que nous avons déterminée de 2568 toises (c), on trouve que le stade de 143 pas est de 122 toises 1 pied 8, 56 pouces lequel divisé par 143 pas, ou plus exactement par 142 pas $\frac{6}{7}$, donne le pas de 5 pieds 1, 632 pouces ; le pied de 10, 272 pouces qui est la moitié de la coudée, & précisément égal au pied, qui résulte des rapports donnés par Hérodote. Nous croyons cependant que ce stade de 122 toises, n'a été évalué ainsi à la septième partie du mille, ou à la vingt-unième partie de la parasange que par quelque erreur ; car le même auteur, Moïse de Koreme, reconnoît que le degré contient 500 stades (d), lesquels, comme nous l'avons démontré, font de 114 toises ; & nous ne

(a) Riccioli, *Geogr. reform.* p. 35.
Mémoires de l'Acad. des Inscri. T. XIX,
p. 570.

(b) *Ibid.* Tome IV, p. 292.

(c) *Suprà*, p. 148.

(d) M. d'Anville, *Mes. itin.* p. 66.

voyons pas pourquoi il employeroit ici un stade différent, que l'on ne trouve nulle part. Quant au stade de 100 pas, il est de 85 toises 3 pieds 7, 2 pouces, absolument semblable à celui que nous avons déterminé.

§. XII.

Nous allons chercher si nous ne pourrions pas trouver la valeur de quelques-unes de ces mesures dans les dimensions de la grande pyramide d'Egypte. Gemelli a trouvé la grandeur de cette pyramide de 682 pieds de Paris; Monconis, M. de Nointel l'ont trouvée de même (a); M. de Chazelles l'a trouvée de 690 pieds. Il faut convenir que cette mesure, de la manière dont elle est énoncée dans son registre, ne paroît pas bien positive (b): il indique une réduction pour l'inégalité du terrain, qui élevoit le cordeau dans son milieu; & en conséquence M. Cassini retranche 10 pieds (c). On peut donc conclure que la mesure de 682 pieds ne s'éloigne pas de la vérité, & nous ne savons pourquoi M. Freret a préféré, à plusieurs mesures qui s'accordent, celle de Gréaves, prise par des angles, & qui s'écarte de 30 pieds.

Cela posé, Hérodote dit que la grande pyramide a 800 pieds de largeur (d); Strabon ne lui en donne que 600 (e). Si l'on suppose que 682 pieds de Paris répondent aux 800 pieds d'Hérodote, on trouve le pied de 10, 230 pouces, qui ne diffère que de $\frac{4}{100}$ de pouces de celui que nous avons trouvé (f). D'où il résulte une différence de 33 pouces seulement sur la mesure entière; de sorte qu'en supposant la largeur de la base de la pyramide de 684 pieds 9 pouces 6 lignes, ce qui est très-possible par la mesure de M. de Chazelles, on retrouvera le même pied d'Hérodote, que nous avons déjà déterminé. Si l'on suppose que les 600 pieds que Strabon donne à cette base, sont des pieds philétériens de 13, 696 pouces, on aura encore précisément, par la mesure de Strabon, 684 pieds 9 pces. 6 lig. Diodore de Sicile donne à la même base 700 pieds (g); mais nous avouons que ces pieds, qui seroient de 11, 739 pouces, nous sont totalement inconnus. Il y a grande apparence, comme M. Leroy le soupçonne (h), que ce sont des pieds grecs; 700 pieds grecs de 11, 413 pouces;

(a) Mém. Acad. Insc. T. XXIV, p. 461.

(b) Mém. Acad. Sc. 1761, p. 160.

(c) Ibid. 1702, p. 20.

(d) Hérodote, Lib. II.

(e) Strabon, Geog. Lib. 17.

(f) Suprà, p. 515.

(g) Diodore Lib. I, §. 15.

(h) Ruines de la Grece, p. 52.

Donné nous venons de les déterminer , font 7989 pouces ; 694 pieds 9 p. font 8917 pouces ; il n'y a donc que 228 pouces ou 19 pieds de différence ; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup. Pour faire accorder Diodore de Sicile avec Strabon & Hérodote , il n'y a qu'à supposer que Strabon a rapporté la vraie mesure , telle qu'elle étoit connue dans le pays , & telle qu'elle avoit été donnée à Hérodote ; & que Diodore a mesuré lui-même la base , déjà ensevelie dans le sable , & par conséquent raccourcie.

Lorsqu'un auteur Arabe , cité par Gréaves (a) , donne à la pyramide 100 coudées royales , il est clair qu'il se trompe , car 100 des plus grandes coudées ne font pas le tiers de la largeur de cette pyramide ; mais en divisant 684 pieds 9 pouces 6 lignes par cent , on a 82 , 176 pouces , qui font précisément quatre coudées de 20 , 544 pouces ; de sorte que dans l'évaluation de cette pyramide , il a voulu parler de pas , ou plutôt d'une mesure de 6 pieds 10 , 176 pouces , composée de quatre grandes coudées , & analogue au pas géométrique , au pas cité par Hérodote , & formé de 4 coudées ordinaires.

§. XIII.

Nous avons fixé la parasange à 2568 toises , & le schœne à 5136 toises ; l'un & l'autre ont été également en usage en Asie & en Egypte ; en Asie , dans la Perse , Pline le dit formellement (b) ; en Egypte , comme on l'apprend d'Hérodote à l'égard du schœne ; & Ptolémée (c) , en donnant au schœne 30 stades , nous fait croire que sous ce nom il entendoit la parasange.

Remarquons que Caïcobad , premier Roi de la dynastie des Caïaniens ; dynastie qui succède immédiatement à celle des Peischdadiens , est celui qui ordonna que les grands chemins de Perse seroient mesurés de 4000 en 4000 pas (d). On ajoute que le pas étoit divisé en trois pieds ; il falloit 12000 de ces pieds pour faire la parasange (e) ; & comme elle contenoit 9000 grandes coudées , il s'ensuit que ce pied étoit les trois quarts de cette grande coudée , & nous retrouvons encore ici la coudée ordinaire , qui étoit les trois quarts de la coudée royale : ce qui prouve la haute antiquité des coudées & de leur rapport dans l'Asie , comme M. Freret l'a prouvé dans l'Egypte.

(a) M. d'Anville , *Mesures itinéraires*.

p. 26.

(b) *Ibid.* Lib. VI.

(c) *Geogr. Lib. I*, c. 11 & 12.

(d) Herbelot , *Bibliot. orient.* p. 239.

(e) *Ibid.* p. 292.

M. d'Anville évalue la parasange à 2280 toises environ (a), & le schène à 3025 toises (b). Nos déterminations ne se rapportent point à celles de cet habile géographe. On a vu sur quels fondemens elles sont établies ; nous allons y ajouter quelques nouvelles réflexions , & nous soumettons nos conjectures aux lumières de M. d'Anville.

Les Juifs ont rapporté de Babylone , après la captivité , la parasange qu'ils appelloient *parfesch*. Ils disoient que le mille étoit le quart de la parasange ; & comme leur mille s'évalue à 569 ou à 571 toises , M. d'Anville conclut la parasange de 2280 , ou environ.

Le chemin sabathique , ou l'espace permis pour la promenade le jour du sabbat , évalué à 2000 coudées , l'est aussi par Saint Epiphane , à 6 stades. 2000 coudées de 20 , 545 pouces font 41080 pouces , qui divisés par 6 , donnent pour ce stade 6848 pouces , c'est-à-dire , 95 toises 0 pieds 8 p. où l'on reconnoît évidemment le stade grec.

§. XIV.

En conséquence le mille de 2000 coudées hébraïques résulte de 570 toises 4 pieds , & c'est de ce mille que M. d'Anville a conclu la parasange. Mais nous observerons que , suivant différens auteurs , la parasange étoit de $22\frac{1}{2}$ stades ; c'est ainsi que l'établit Alikhogius , puisqu'il donne au degré 22 parasanges $\frac{1}{2}$; Kempfer l'évalue de même dans son ouvrage intitulé *Amanitatis exorta* (c). Cette évaluation revient à celle de Ptolémée de 500 stades au degré , & montre que les stades qui composoient la parasange , étoient de grands stades alexandrins. Les Persans qui sont croyables sur ce point , nous apprennent que la parasange étoit composée de trois milles ; & quand les Hébreux l'ont évaluée à quatre milles , il est clair qu'ils ont entendu un mille plus petit que celui qui faisoit le tiers de la parasange , & que nous avons déterminé (d). La parasange étant de 2568 toises , le mille hébreux , qui en est le quart , étoit donc précisément de 642 toises. Nous trouvons ailleurs un autre indice de ce mille : Albategnius (e) dit que le degré contient 85 milles ; on peut s'en étonner , puisqu'il est certain que , selon les Perses , le degré contenoit $68\frac{1}{2}$; & , selon les Arabes 56 $\frac{1}{2}$ milles. Où donc Albategnius avoit-il pris cette évaluation ? Nous avons

(a) M. d'Anville, *Mesures itinéraires* ,

p. 21.

(b) *Ibid.* p. 96.

(c) *Ibid.*

(d) *Suprà* , p. 148.

(e) *De scientia stellarum* , c. 6.

déterminé le degré mesuré par les Arabes à 54563 toises (a). Le mille des Perses étoit de $7\frac{1}{2}$ stades alexandrins. Nous croyons qu'il y avoit plusieurs especes de milles, semblables pour le nombre des stades, mais différens par la valeur de ces stades; ou bien qu'Albareghius, se servant du stade de 85 toises 3 pieds 7, 2 pouces, en a donné $7\frac{1}{2}$ au mille, qui font précisément 642 toises: 85 milles de cette especé font un somme de 54570 toises, à sept toises près de la mesure du degré par les Arabes; ce qui confirme singulierement & l'évaluation que nous avons faite de cette mesure, & l'existence du mille que nous établissons ici.

C'est donc cette especé de mille que les Hébreux avoient en vue, lorsqu'ils ont dit que la parasange étoit composée de quatre milles. Ce mille contenoit 2250 grandes coudées; les Hébreux l'ont ensuite restreint à 2000 coudées, ou à 571 toises, pour des raisons que nous ignorons.

§. X V.

Le chemin sabatique, ou 2000 grandes coudées, nous fait entrevoir l'origine du stade grec, & nous fournit le moyen de l'enchaîner aux mesures orientales. L'ancien mille, le mille persien ayant été de 3000 coudées, a été réduit, sans pouvoir dire dans quel tems, ni par quel peuple, à 2000 coudées; il se trouve tel chez les Juifs, & on peut croire que la réduction est leur ouvrage. Cet intervalle, partagé en six parties, donne un stade de 95, 222 toises, ou 95 toises 0 pieds 8 pouces; le stade grec, formé de 600 pieds, pareils à ceux qui ont été mesurés par M. Leroy, ne sera que de 94, 833 toises; mais si on le forme de 600 pieds grecs, ou de 625 pieds romains, semblables à ceux que nous avons déduits de leur rapport avec la coudée, il se trouvera de 95 toises 0 pieds 8 pouces; ce stade est donc rigoureusement égal à celui qui étoit la sixième partie du mille hébreux, & en le comparant même au stade déterminé par M. Leroy de 94, 833 toises, ou de 94 toises 5 pieds, il n'y aura que 20 pouces de différence; différence qui naît de celle du pied dont M. Leroy l'a composé. Deux stades qui ne s'éloignent que de 20 pouces, deux pieds qui ne diffèrent que de $\frac{1}{10}$ ^{es} de pouces, semblent évidemment les mêmes; avec peut-être une legere altération que le tems & l'usage ont pu produire aisément dans ces mesures.

(c) *Suprà*, p. 223; *Infrà*, Liv. V, §. 5.

§. XVI.

QUANT au schœne, que nous avons fixé à 5136 toises, & que M. d'Anville évalue à 3024 toises ou environ, nous observerons que dans le même endroit où Hérodote dit que la parasange contenoit 30 stades, il dit tout de suite que le schœne en contient 60 : d'où il est évident qu'il entendoit la même espece de stade, & qu'il donnoit au schœne une étendue double de celle de la parasange ; mais comme il a été prouvé ailleurs que les stades qui composoient la parasange étoient de 85 toises 3 pieds, &c., il en résulte que le schœne, composé des mêmes stades, étoit de 5136 toises. Il est vrai que par certaines mesures géographiques, que M. d'Anville discute avec sa sagacité ordinaire, on pourroit soupçonner que l'essence du schœne étant d'être composé de 60 stades, il pouvoit y en avoir un qui contînt 60 petits stades de 51 toises, ce qui lui donneroit une étendue d'environ 3080 toises.

§. XVII.

IL paroît que ces mesures ont été universelles dans l'Asie, ou du moins que la grande coudée, qui en est la source unique, a été connue, ou par elle-même, ou par ses composés, chez la plupart des peuples de cette partie du monde.

Thevenot dit qu'il y a 69 ou 70 tourelles entre Agra & Dehli ; ces tourelles partagent l'intervalle en mesures indiennes ; cet usage de partager, de mesurer la longueur des routes par des colonnes ou par des pierres est très-ancien, & remonte aux tems fabuleux de l'Asie (a). Tavernier compte 68 coss entre Agra & Delhi ; mais il est évident que chaque coss doit être indiqué par une tourelle, & qu'il en faut compter 70. Cet espace est évalué à 90000 toises par M. d'Anville ; chaque coss est donc de 1285 toises $\frac{1}{2}$, ce qui est précisément la moitié de la parasange de 2568 toises : aussi Pietro della Valle, Voyageur exact, dit positivement que le coss est la moitié de la parasange (b).

Les Indiens ont encore une autre mesure appelée gau ; on en compte 61 entre Surate & Goa ; M. d'Anville estime la différence de latitude de ces deux villes de $5^{\circ} \frac{1}{4}$; avec peu de différence de longitude. $5^{\circ} \frac{1}{2}$, à raison de 57000 toises pour un degré, font 213500 toises, qui divisés par 61, donnent

(a) Herbelot, *Bibliot. orient.* p. 239.

(b) M. d'Anville, *Mes. itin.* p. 148.

pour

pour chaque gau 5139 toises, ou le double de la parasange, c'est-à-dire, le grand schœne égyptien de 5136 toises. Aussi Pietro della Valle dit-il que le gau est composé de 4 coss (a). Nous retrouvons donc dans l'Inde la parasange & le schœne, qui étoient en usage en Perse & en Egypte; d'où nous croyons pouvoir conclure que les mesures anciennes ont été universelles. Quand on y reconnoîtroit des variations & de légères différences, il ne seroit pas étonnant que quelques-unes de ces mesures eussent été altérées par l'usage.

§. XVIII.

A la Chine les mesures paroissent assez différentes de celles qui viennent de nous occuper : cependant la division par doigts s'y trouve ; & nous y avons remarqué quelques singularités que nous nous permettons de rapporter, sans en tirer aucune conclusion, & sans prétendre les donner pour autre chose que pour des singularités.

Les Chinois ont une coudée, qui étoit divisée primitivement en 8 doigts, & qui l'a été depuis en 10. Le pas contient 6 de ces coudées, & le li 300 pas, ou 1800 coudées.

D'après une ancienne distance géographique, prise dans des tems antérieurs à notre ère, M. d'Anville conclut que le degré devoit contenir 445 lis.

Il rapporte une comparaison de la parasange au li, qui donne 16 lis pour une parasange.

Il rapporte de plus trois mesures du degré, d'où il résulte que le degré répond à 342, 8, à 337, 7, ou à 336, 1 lis. M. d'Anville ajoute encore que suivant une ancienne tradition, le degré répondoit à 250 lis (b).

Enfin il donne la mesure de plusieurs pieds chinois, qui ne diffèrent pas de plus d'une ligne, & dont l'un pris sur un étalon envoyé à M. de Mairan par le P. Parennin, est de 11 pouces 10, 4 lignes (c).

§. XIX.

Il est clair que les Chinois ont eu en différens tems, ou peut-être dans le même tems des lis différens. Comme le li a toujours été composé de 300 pas & de 1800 coudées, ou pieds, il s'ensuit que ce sont les variations de la coudée, qui ont fait varier le li.

(a) *Mes. itin.* p. 151.

(b) Souciet, *Observations faites aux*
Tmoë I.

Indes & à la Chine, Tome II, page 78.

(c) M. d'Anville, *Mes. itin.* sect. XIII.

Vuu

- Nous avons remarqué que cette coudée étant de 8 doigts, offre une analogie assez singulière avec la coudée de 32 doigts, qui étoit usitée en Perse, & en Egypte ; elle en paroît être le quart ; ainsi, comme la coudée égyptienne ou persienne étoit de 20, 544 pouces, nous supposons celle des Chinois de 5, 136 pouces.

1°. Le li de 1800 coudées résultera de 128, 4 toises, & le degré de 57072 toises en contiendra $444\frac{1}{2}$, précisément comme l'a évalué M. d'Anville : ce qui nous semble une forte preuve non seulement de l'analogie que nous supposons entre la coudée du Caire ou de Babylone & l'ancienne coudée chinoise, mais encore de la valeur que nous attribuons ici à l'ancien li chinois. Un autre fait va nous fournir une probabilité de plus ; on cite une évaluation du schœne par Eratosthenes à 40 stades (a). Le schœne étoit de 60 stades, & la parasange de 30 ; il faut donc nécessairement supposer que si Eratosthenes a eu en vue le véritable grand schœne égyptien, les 40 stades dont il le composoit, étoient équivalens aux 60 que lui donne Hérodore, & conséquemment étoient à ceux-ci comme 3 à 2 ; le stade qui en résulte, ne se retrouve ni dans la Grece ni en Perse ; mais ce qui est très-singulier, c'est que sa valeur de 128, 4 toises est précisément celle du li, le plus anciennement usité à la chine.

2°. Si l'on suppose que les Chinois ont par la suite des tems aggrandi leur pied, en lui donnant 10 doigts, & qu'ils l'aient porté à 6, 420 pouces, le li fera de 160, 5 toises ; & de ce que 16 lis valent la parasange, on conclut la parasange de 2, 568 toises, précisément comme nous l'avons déterminée. Le P. Gaubil (b) dit que l'on mesura la longueur de l'ombre au solstice d'été, à Loïang de 1 pied 5 pouces 8 lignes ; & à Nankin de 1 pied 1 pouce 7 lignes : les Chinois estimerent que le pouce répondoit à 250 lis ; la distance des deux villes étoit donc de 1025 lis. Mais en calculant les hauteurs du soleil, on trouve la différence de latitude de $2^{\circ} 51'$; ce qui fait, à raison de 57072 toises pour un degré, 162655 toises ; 1025 lis de 160, 5 toises feroient 164512 toises, ce qui n'est pas fort différent ; cette estimation fut faite vers l'an 521 de notre ère.

3°. Si les Chinois avoient eu en vue, en établissant leur premier pied de 8 doigts, de lui donner un rapport exact avec l'ancienne coudée, ils se seroit aperçu que leur pied de 10 doigts ne conservoit pas ce rapport, ou

(a) Mémoires de l'Académie des Insc. T. XXVI, p. 91.

(b) Observations faites aux Indes & à la Chine, T. II, p. 54.

du moins qu'il n'étoit plus une partie aliquote de cette coudée, & ils l'auront peut-être augmenté de deux tiers de doigt, pour qu'il fût le tiers de la coudée de 32 doigts. Alors le pied aura été de 6, 848 pouces & le li de 171, 2 toises, dont il en faut $333\frac{1}{3}$ pour 1°; ce qui ne s'éloigne que de quelques lis des trois mesures citées par M. d'Anville, & exécutées vers l'an 700 de notre ère. Mais voici quelque chose de plus exact encore : Le P. Gaubil (a) dit que l'an 1001 de J. C. on comptoit 1000 lis pour 3° de latitude; c'étoit $333\frac{1}{3}$ pour chaque degré. Le li étoit donc de 171, 2 toises, & précisément égal à celui qui résulte de la valeur du pied que nous avons supposée.

4°. Si l'on suppose qu'en aggrandissant toujours leur pied, ils l'ayent établi de la moitié de la coudée noire ou babylonienne, & de 13 doigts $\frac{1}{2}$, le pied fera de 8, 667 pouces, le li de 216 toises $\frac{2}{3}$, & le degré en contiendra 263. On dit, sans spécifier le tems, que le degré en contenoit 250; la différence de 13 lis, avec ce que porte la tradition, n'a rien que de possible & de vraisemblable.

5°. Enfin si on retranche ce dernier pied de 8, 667 pouces de la coudée de 20, 544 pouces, il reste 11, 877 pouces, ou 11 pouces 10, 5 lignes, le même à $\frac{1}{10}$ de ligne près, que celui qui est aujourd'hui en usage à la Chine. Quoique nous soyons bien éloignés d'avancer que les Chinois ont procédé ainsi dans les variations & dans l'évaluation de leur pied, nous avons cru que ces rapports méritoient d'être remarqués.

Nous n'oublierons pas un fait, qui peut donner plus de valeur à ces conjectures, & lier plus évidemment les mesures des Chinois à celles des Babyloniens & de toute l'Asie. On fait les relations que les Chinois ont toujours eues avec les Tartares; l'opinion la mieux fondée, la moins hypothétique est que les Chinois en sont issus, en appelant Tartares les peuples Scythes & autres qui ont habité l'Asie septentrionale. Carpin, qui fut envoyé en Tartarie en 1253 par le Pape, rapporte que les fleches des Tartares ont deux pieds une paulme & deux doigts de longueur; ce sont leurs mesures qu'il employe; il les évalue en disant que douze grains d'orge font le pouce ou doigt, & seize pouces le pied (b). Or dans les mesures babyloniennes & arabes, six grains d'orge seulement font le

(a) Observations faites aux Indes & à la Chine, T. II, p. 97.

(b) Voyage de Carpin en Tartarie, édit. 1734, p. 366.

doigt (a) ; il en résulte donc que les seize pouces du pied tartare valent les 32 doigts de la grande coudée de Babylone. La ressemblance des mesures chinoises à cette coudée doit moins étonner quand on trouve cette coudée établie en Tartarie, dans un pays intermédiaire, avec lequel la Chine a toujours eu les plus grandes relations ; observons que la grande coudée de Babylone contenoit huit paulmes, chacune de quatre doigts ; le pied tartare, dont les doigts étoient doubles, n'en contenoit sans doute que quatre. L'ancienne coudée chinoise n'étoit que cette paulme valant quatre doigts tartares, mais huit doigts babyloniens.

Une conformité singulière que nous ne devons pas oublier, c'est que les Chinois ont un arpent pour mesurer leurs terres, & régler les taxes impériales, qui contient 100 pas carrés, chacun de 18 pieds (b). On voit tout de suite l'analogie avec notre arpent, composé de cent perches carrées, chacune de 18 pieds : notre perche même de 18 pieds paroît avoir été originellement formée de dix grandes coudées, qui faisoient 205, 440 pouces, ou précisément 18 pieds grecs. Quand notre pied aura changé, elle aura conservé sa valeur de 18 pieds, & aura été portée à 216 pouces par l'augmentation du pied.

§. XX.

Ce rapprochement de notre perche avec la coudée, semble indiquer une ancienne mesure de dix grandes coudées. Goliüs (c) cite deux mesures qui étoient en usage à Babylone, l'une qui étoit nommée la canne de 6 coudées, l'autre qui étoit nommée le schœne persien, de 60 coudées. Notre perche pouvoit donc être une mesure intermédiaire entre la canne & le schœne persien. Il semble que nous en trouvions quelques traces dans un fait rapporté par Scaliger (d). Les très-anciens Egyptiens avoient, suivant lui, une division de la circonférence du zodiaque en 7704000 stades, de chaque signe en 642000, & du degré en 21400. Il cite Julius Firmicus, qui dit effectivement (e) que chaque partie d'un signe a 21040 stades ; mais Scaliger pense avec raison qu'il faut lire 21400. Nous serions assez portés à croire que ces stades prétendus ne sont que quelques divisions du cercle, comme feroient celles en dixièmes de secondes ; car la circonférence en contiendrait

(a) *Suprà*, p. 508.

(b) Histoire gén. des voy. Tom. XXIII, p. 265.

(c) Goliüs *ad Alfergan*. p. 74.

(d) Notes sur Manilius, p. 220.

(e) Julius Firmicus, *Lib. VIII*.

7776000, le signe 648000, & le degré 21600; de sorte qu'en supposant de legeres fautes, on pourroit ramener à notre idée les nombres de Scaliger; mais si ce sont des stades, si on pense qu'ils mesurent l'étendue de l'écliptique terrestre, c'est-à-dire, l'étendue d'un grand cercle, ou la circonférence de la terre, ces stades devoient être très-petits: nous les évaluerions volontiers à 10 coudées, ou à la sixieme partie du schœne persien. Cette mesure équivalente à 2 toises 5 pieds 1, 44 pouces, à raison de 21400, donneroit le degré de 60927 toises, peu différent de celui que les Chalcéens avoient jadis établi par l'estimation grossiere du pas d'un homme. Nous trouverions donc ici une petite mesure de 10 coudées, appelée improprement stade, mais absolument analogue à notre perche de 18 pieds, dont elle auroit été le modele.

§. XXI.

M. FRÉRET a essayé de retrouver la valeur de la coudée des Arabes sur l'étalon d'une mesure nommée *schah-arschin*, coudée persane, ou coudée du Roi de Perse. Il l'a trouvée de 2 pieds 5 pouces 7 lignes; ensuite, d'après les dimensions de l'église de Sainte Sophie à Constantinople, données en coudées par Ebn Marouphi, & en toises par M. Grelot, il conclut la coudée d'Ebn Marouphi de 2 pieds 5 pces, 7, 2 lig. (a).

M. d'Anville, fondé de même sur les dimensions de l'église de Sainte Sophie, trouve cette coudée de 2 pieds 3 pouces 9 lignes (b). Cette différence entre les résultats de deux hommes habiles, annonce qu'on ne peut rien établir de certain sur ces données. Nous ignorons ce que c'est que le *schah-arschin*, & quelle est la coudée employée par Ebn Marouphi; mais nous observerons que l'aune a été, en plusieurs occasions, confondue avec la coudée (c), sans doute par l'ignorance des auteurs. Quelle que soit la valeur de la coudée d'Ebn Marouphi, il est évident qu'on ne peut rien conclure contre celles que nous avons établies. Nos trois coudées n'ont rien de commun avec celle-ci; elles sont à peu près dans les proportions de la stature humaine; celle d'Ebn Marouphi est presque de la moitié au-delà de ces proportions; elle n'a donc jamais pu être réglée sur la longueur de l'avant-bras, & elle n'a reçu le nom de coudée que par l'abus du mot. On fait usage dans la Perse de deux aunes différentes, l'une de 2 pieds

(a) Mém. Acad. des Inscr. T. XXIV, p. 146.

(b) Mém. itin. p. 17.

(c) Suprà, p. 147.

10 pouces 11 lignes, l'autre plus petite d'un tiers, est de 1 pied 11 pouces 3 lig. (a). Le schah-arschin est peut-être une mesure de cette espèce, altérée ou modifiée par des raisons que nous ignorons. Nous remarquerons seulement que la plus grande des deux aunes dont nous venons de parler est à 3 lignes près le double de la coudée noire de 27 doigts; car cette coudée étant de 17, 334 pouces, le double est 34, 668, ou 2 pds. 10 pcs. 8 lig.

§. XXII.

Pour résumer tout ce que nous venons de dire, on voit que la grande coudée de 20, 544 pouces est établie 1^o sur la mesure exacte du nilometre du Caire, 2^o sur l'identité de deux mesures de la terre rapportées par les Persans & par Ptolémée. On a vu qu'en déduisant de cette coudée le pied philétérien, le pied grec, le pied romain, on concilioit leur rapport avec les dimensions de la grande pyramide, rapportées par Hérodote, Strabon & Diodore de Sicile; on a vu que la coudée noire, employée par les Arabes dans la mesure du degré, & qui étoit à la grande coudée comme 27 à 32, nous a fourni une évaluation de ce degré, qui concilie très-heureusement les récits assez différens d'Alfergan, d'Abulfeda & d'Albatagnius; on a vu la nouvelle détermination de la parasange, confirmée par les mesures indiennes, & liées par certains rapports avec les mesures chinoises; en un mot la foule de ces preuves, l'ensemble & les rapports de toutes les mesures anciennes dont nous allons présenter le tableau, nous paroissent porter jusqu'à la démonstration, l'exactitude de notre évaluation de la grande coudée, & son influence sur toutes les autres mesures dont elle a été l'origine.

§. XXIII.

La coudée de 32 doigts étant établie de 20, 544 pouces, la coudée ordinaire de 24 doigts, qui en est les $\frac{3}{4}$, est de. 15^p, 408

La coudée babylonienne d'Hérodote, ou la coudée noire des Arabes de 27 doigts, est de. 17, 334

Le pied philétérien, qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la grande coudée, est de. 13, 696

Le pied grec, plus court d'un $\frac{1}{2}$, est de. 11, 413

Le pied romain plus court encore de $\frac{1}{11}$, est de. 10, 956

(a) Encyclopédie, article aune ou gusse.

Le pied d'Hérodote, qui étoit les $\frac{2}{3}$ de la coudée ordinaire,
est de. 10, 272

L'aune persienne de 6 coudées, est de. 10^P 3, 264

Nous avons soupçonné une autre petite mesure de 10 coudées, conforme
à notre perche, & qui seroit de. 17^P 1^P, 440

Le schœne persien de 60 coudées, est de. 17^t 0 8, 740

Le mille persien vaut $7\frac{1}{2}$ stades alexandrins, 3000 coudées ou. 856^t

La parasange vaut $22\frac{1}{2}$ des mêmes stades, 150 schœnes persiens,
9000 coudées, ou. 2568

Le coss indien vaut $11\frac{1}{4}$ stades alexandrins, 15 stades persiens,
75 schœnes persiens, 4500 coudées ou. 1284

Le grand schœne égyptien, égal au gau indien, vaut 2 parasanges,
60 stades alexandrins, 80 stades persiens, 300 schœnes persiens,
18000 coudées, ou. 5136

Quant aux stades, il y avoit d'abord les deux stades, qui étoient dans
le rapport de 4 à 3, comme la grande coudée à la coudée ordinaire.

Le stade égyptien ou alexandrin contenoit 400 grandes
coudées, ou. 111^t 0^P 9^P, 60

Le stade persien contenoit 5 schœnes persiens, 300
grandes coudées, 400 coudées ordinaires. 85 3 7, 29

Nous avons trouvé ensuite deux autres stades inférieurs,
qui étoient, l'un les $\frac{4}{5}$, l'autre les $\frac{3}{5}$ de celui-ci.

Le premier contenoit 4 schœnes persiens, 240 grandes
coudées, ou. 68 2 10, 56

Le second 3 schœnes, 180 coudées, ou. 51 1 1, 92

§. XXIV.

QUANT aux autres mesures qui nous paroissent plus modernes, il y a le
mille hébreux de 2000 grandes coudées, qui a été restreint ainsi sans doute
par quelque coutume légale des Juifs. Or, comme ils savoient que le mille
persien de 3000 coudées étoit de 10 stades persiens, leur mille, qui n'en
étoit que les $\frac{2}{3}$, se trouvoit de $6\frac{2}{3}$ stades. Ils auront trouvé plus commode
de le partager en six parties égales, & c'est ainsi qu'a pu être produit le stade
de 95 toises environ, qui est devenu le stade grec.

Nous ignorons comment les Romains ont composé leur mille; mais on
pourroit croire que connoissant seulement le stade grec, & ayant entendu

dire que les milles avoient été primitivement composés de $7\frac{1}{2}$ stades, ils ont trouvé plus commode de le composer en nombres entiers de 8 stades grecs, d'où a résulté leur mille de 756 toises.

Quant au mille arabe de 962 toises 5 pieds 4 pouces (a), nous ferons voir qu'il étoit dérivé de l'ancien mille oriental ou persien, qui étoit de 3000 grandes coudées, ou de 4000 coudées ordinaires. Lorsque sous Almamon les Arabes adoptèrent la coudée de 27 doigts, plus longue de 3 doigts que la coudée ordinaire, ils en composèrent également leur mille de 4000 de ces coudées, d'où il en résulta un nouveau plus long de $\frac{1}{3}$ que l'ancien, & d'environ 963 toises. Le mille italique moderne, établi de 958 toises par M. l'abbé Boscovich, pourroit être dérivé de ce mille arabe.

§. XXV.

Le tableau de toutes ces mesures, qui ont des rapports déterminés, qui sont toutes des parties aliquotes les unes des autres, nous paroît prouver évidemment qu'elles ne sont point l'ouvrage des différens peuples, mais qu'inventées, établies, enchaînées les unes aux autres chez un seul & même peuple, elles ont été adoptées en tout ou en parties par différens peuples; & leur usage universel en Asie & en Egypte prouve leur haute antiquité.

Telles sont les vues que nous ont fournies les passages des auteurs dont la lecture étoit nécessaire à l'ouvrage que nous avons entrepris. Nous avons réuni les faits, les déterminations qui en résultent, & même nos conjectures, dans cette espèce de dissertation, à laquelle nous avons cru devoir donner une certaine étendue. Nous la soumettons au jugement des sçavans, qui discutent les faits de l'antiquité. Si ces recherches répandent quelques nouvelles lumières sur une matière, tant de fois traitée par des mains plus habiles, nous le devons uniquement à l'idée de la grande coudée, considérée comme la source & l'origine de toutes les autres mesures.

§. XXVI.

Nous avons fait le récit de l'opération d'Eratosthenes; on y trouve de grandes erreurs. Possidonius ne se trompoit que d'environ 2° , en plaçant Rhodes & Alexandrie sous le même méridien; mais il se trompoit beaucoup sur la mesure de l'arc céleste. Les observations de M. de Chazelles ne

(a) *Infra* Eclairc. Liv. V, §. 5.

donnent que $5^{\circ} 17'$ pour la différence de latitude de ces deux villes (a). Le calcul établi sur la proportion de l'ombre, à la hauteur du gnomon, ne donneroit même que $4^{\circ} 34'$ (b). Aujourd'hui que la valeur du degré est bien connue de 57072 toises, la distance itinéraire de ces deux villes, à raison de $5^{\circ} 17'$, étoit de 301530 toises, qui, soit qu'on suppose le stade de 85 toises 3 pieds 7 pouces, de 94, 823 toises, ou de $114 \frac{4}{5}$ toises; ne peuvent jamais faire que 3527, 3181, ou 2642 stades. Il se seroit donc trompé du tiers, ou même de la moitié de la distance itinéraire. Or nous demandons s'il est vraisemblable qu'un philosophe aussi éclairé que Possidonius, qui devoit connoître la mesure de la terre d'Eratosthenes, & les moyens astronomiques dont il s'étoit servi, ait tenté de recommencer cette grande entreprise, pour ne pas faire mieux, ou du moins aussi bien, sans s'assurer si la distance de Rhodes à Alexandrie étoit exactement connue; sans faire attention que dès que l'étoile Canope étoit visible à Rhodes, s'élevoit tant soit peu sur cet horizon, il falloit tenir compte de cette petite hauteur, & la retrancher des $7^{\circ} \frac{1}{2}$ qu'elle avoit à Alexandrie. N'oublions pas de dire que cette hauteur $7^{\circ} \frac{1}{2}$ étoit assez exacte, suivant les connoissances qu'on avoit alors; car l'équateur est élevé sur l'horizon d'Alexandrie suivant nos mesures modernes de $58^{\circ} 49'$, & la déclinaison australe de Canope, qui résulte de sa position dans l'Almageste, est de $51^{\circ} 23'$. Au méridien elle avoit donc $7^{\circ} 26'$ de hauteur. Est-il vraisemblable que Possidonius n'eût pas tenu compte des 2° & plus dont elle s'élevoit à Rhodes? Ce n'est pas un homme comme lui qui commet de pareilles fautes.

Kepler avoit attribué l'erreur de cette observation à la réfraction que Possidonius n'a pas employée. Mais la réfraction ne peut produire tout au plus que $30'$. Kepler est donc obligé de supposer une réfraction plus forte à Alexandrie (c).

§. XXVII.

NOUS avons attribué à cette mesure de Possidonius toute l'exactitude que nous avons reconnue dans celles que citent Aristote & Ptolémée, cela doit être, puisqu'elle leur est identique. Mais on demandera comment il est possible qu'une détermination, établie sur deux erreurs grossières, ait produit un résultat si exact? Nous avons déjà répondu qu'un homme

(a) Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1761.

Tome I,

(b) *Suprà*, p. 112.

(c) *Paralip. ad Vitellium*, p. 149.

tel que Possidonius ne pouvoit pas être soupçonné de les avoir commises. Mais comment est-il parvenu à ce résultat ? Comment les Historiens lui ont-ils imputé ces erreurs ? C'est ce qu'il est impossible d'expliquer autrement que par des conjectures. Il est clair d'abord que Cléomède a mal détaillé l'opération de Possidonius ; mais nous remarquons une circonstance qui pourra peut-être nous éclairer. Possidonius , nous dit-on , savoit qu'à Alexandrie l'étoile Canope s'élevoit de $70^{\circ} \frac{1}{2}$, que paroissant sur l'horizon de Rhodes , elle se couchoit presque aussitôt qu'elle étoit levée , & qu'elle ne se levoit jamais pour la Grece. Cette dernière circonstance nous apprend que si Possidonius manqua d'instrumens pour mesurer la hauteur de l'étoile Canope à Rhodes , il a pu s'avancer vers le nord , jusqu'à ce qu'il cessât de la voir s'élever sur l'horizon. Alors si la distance d'Alexandrie , au lieu où il s'arrêta , étoit assez bien connue , si le climat & le jour où il observa étoient assez beaux pour qu'il eût un horizon net , il a pu faire une observation passable. Peut-être aussi a-t-il mesuré avec quelque instrument la hauteur de Canope à Rhodes , & comme la différence de hauteur de cette étoile à Rhodes & à Alexandrie n'étoit pas une partie aliquote de la circonférence , il aura ajouté au nombre de stades , qui mesuroit la distance de ces deux villes , ce qu'il falloit pour le faire répondre à $70^{\circ} \frac{1}{2}$, ou à la quarante-huitième partie du cercle ; le passage de Cléomède est peut-être tronqué ou défiguré , & ces détails supprimés. Toutes ces conjectures ne sont pas d'un grands poids ; mais nous pouvons ajouter une probabilité plus forte , c'est que Ptolémée connoissoit sûrement la mesure de la terre par Eratosthenes : il ne pouvoit pas ignorer qu'Hypparque avoit prétendu la corriger , ou en donner une nouvelle ; & , quelque confiance qu'il eût dans ces deux astronomes , il a cependant préféré la mesure de Possidonius ; il falloit qu'il la crût meilleure , & qu'il fût instruit que les moyens dont fit usage Possidonius assuroient d'une exactitude plus grande que ceux d'Eratosthenes. Le récit de Cléomède n'est donc pas véritable , il est au moins altéré ; car les circonstances que cet auteur rapporte auroient inspiré la plus grande défiance à Ptolémée : pour nous , nous pensons , comme cet astronôme , que la détermination de Possidonius étoit très-exacte.

§. XXVIII.

POSSIDONIUS paroît s'y être repris à deux fois , c'est-à-dire , que nous croyons qu'il a vérifié sa première mesure par une seconde. Nous apprenons de Cléomède que l'on avoit trouvé l'arc céleste compris entre Lyimachie

& Syene, de la quinzième partie de la circonférence, ou de 24° , la distance terrestre étant de 20000 stades; il en résulte que la circonférence de la terre est de 300000 stades (a). Cette mesure est une des quatre dont nous avons montré l'identité; nous l'attribuons à Possidonius, parce qu'on n'en nomme point l'auteur, & qu'il nous paroît difficile qu'une mesure dont le résultat est absolument le même que le sien, une mesure qui n'est citée que de son tems, & dont l'auteur est inconnu, ne lui appartienne pas. Il y a apparence que ce philosophe astronôme, qui sentoît toute l'importance & la difficulté d'une pareille entreprise, a vérifié par une nouvelle base de 20000 stades, le résultat qu'il avoit obtenu par sa première mesure. Nous pensons bien que ces résultats n'étoient pas parfaitement les mêmes, & que Possidonius s'est permis de supprimer de légères différences pour les faire accorder. Nous allons plus loin, & nous pensons qu'il a fait quelques changemens pour identifier sa mesure avec celle qu'Aristote avoit citée comme l'ouvrage des anciens mathématiciens. Ce sont ces anciens mathématiciens, ces premiers cultivateurs des sciences à qui nous nous sommes efforcés de restituer la gloire qui leur appartient. Remarquons que la détermination de Possidonius étoit fondée sur deux bases, l'une de 5000, l'autre de 20000 stades, c'est-à-dire, de 150 & de 600 lieues. Ne doutons point que ces grandes bases, bien plus étendues que celles de toutes nos mesures modernes, n'aient mérité la confiance de Ptolémée, & ne soient les motifs de la préférence qu'il accorde aux déterminations de ce philosophe. C'est en même tems la source de leur exactitude.

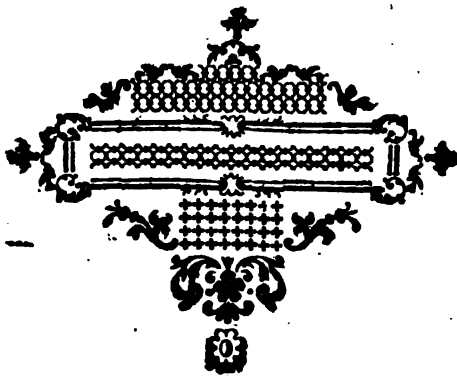
§. XXXIX.

RICCIOLI (b) objecte à la mesure de la terre, conclue de l'arc de 20° intercepté entre Lyfimachie & Syene, que la position de ces deux villes ne donne que 18 degrés de différence de latitude. En effet Syene a $23^{\circ} 50'$ de latitude, & 62° de longitude; Lyfimachie $54^{\circ} 20'$, & $41^{\circ} 30''$ de latitude. Mais Ptolémée avertit que, pour mesurer la terre, il n'est pas nécessaire que la distance des villes soit dans un méridien, pourvu qu'elle soit dans un grand cercle. Après avoir expliqué la méthode de la distance des villes, placées sous le même méridien, il ajoute : *quod verò etiam si non per polos capiamus circulum eum qui per dimensum intervallum ducitur, sed per quemlibet à maximis possit id quod propositum est ostendi, observatis*

(a) Cléomède, *Cyclica Theoria*, L. I, c. 11.(b) *Geogr. refor.* p. 141.

similiter elevationibus in terminis, & positione quam habet intervallum illud ad alterum meridianum proposuimus nos, idque per extructionem organi meteoroscopi (a). Ptolémée enseigne donc que l'on peut prendre le grand cercle qui passe par les deux zeniths, pourvu que l'on ait pris la latitude dans ces deux termes, & que l'on connoisse la position de ce grand cercle à l'égard du méridien, c'est-à-dire, la différence de longitude. Ptolémée développe ici la méthode des anciens; nous sommes étonnés qu'on n'y ait pas fait attention. Il ne faut donc pas leur reprocher que les villes, dont ils avoient mesuré la distance, n'étoient pas sous le même méridien; car ils savoient bien en tenir compte. L'autre méthode vaut mieux sans doute, parce que la réduction que celle-ci exige est une nouvelle source d'erreurs. Mais enfin ils avoient une méthode dont les principes étoient exacts. Nous espérons que ces rapprochemens, l'identité & l'exactitude des anciennes mesures de la terre feront quelque plaisir à nos lecteurs, & qu'ils jugeront, comme nous, que le travail des anciens mérite plus d'estime qu'on ne lui en a accordé jusqu'ici.

(a) *Ptolem. Geogr. Lib. I, c. 3.*



ÉCLAIRCISSEMENTS,

DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE QUATRIÈME,

*De Ptolémée & de ses successeurs , jusqu'à la fin de l'Ecole
d'Alexandrie.*

§. PREMIER,

SILON les Arabes, Ptolémée étoit né à Peluse, c'est pourquoi ils l'ont surnommé *Pelusiensis*; mais il étoit de Ptolémaïde en Egypte, comme on l'apprend de deux écrivains grecs, dont M. Bouillaud a recueilli les fragmens (a). Son nom, le même que celui des Rois, qui régnoient alors en Egypte, a fait penser qu'il étoit de la famille royale. Cette conjecture, avancée par Isidore, Evêque de Séville, dans le septième siècle (b), n'a d'autre fondement que la ressemblance des noms. Fabricius (c) fait voir que le nom de Ptolémée étoit fort commun en Egypte, & a appartenu autrefois à beaucoup de personnes privées.

§. II.

On pourroit croire que Ptolémée a observé lui-même l'obliquité de l'écliptique: il dit dans son *Almageste* que la distance des tropiques est de 47° avec plus de deux tiers, & moins de trois quarts de degré; d'où, par un milieu, l'obliquité résulte de $23^{\circ} 51' \frac{1}{2}$. Il dit avoir trouvé cette quantité, qui est la même que celle qui a été trouvée par Eratosthènes, & qui a été employée par Hypparque; dans son *Planisphere* (d), il dit qu'elle est de 23° & presque

(a) *Olimpiodori & Theodori Meliteniota frag. astr. cum Ptolem. de jud. facult. Hist. des Mathémat. T. I, p. 287.*

(b) *Lib. III Originum, c. 23.*

(c) *Biblioth. grec. IV, 14, p. 453.*

(d) *Planisphere, p. 2.*

51', ce qui fait croire qu'il la jugeoit ici un peu plus petite (a). Ptolémée eut l'intention de vérifier les travaux d'Hypparque, & l'ambition de les corriger : sa censure est quelquefois minutieuse, comme nous aurons occasion de le remarquer ; mais quand on veut reprendre les grands hommes, on ne peut le plus souvent les attaquer que sur les petites choses. Nous avons dit (b), par exemple, qu'Hypparque, dans la théorie de la lune, trouva par erreur des excentricités différentes dans l'hypothèse de l'épicycle & dans celle de l'excentrique ; c'est la remarque la plus importante de Ptolémée.

Il détermine cet élément, comme avoit fait Hypparque, au moyen de trois éclipses de lune, observées par les Chaldéens l'an 720 & 721 avant J. C. (c) ; & il trouve le rayon de l'épicycle au rayon du déferent dans le rapport de $5 \frac{13}{20}$ à 60. Il répéta le même calcul sur trois autres observations qu'il avoit faites lui-même, les 17, 19 & 20 années d'Adrien, c'est-à-dire, environ 850 ans après, & il trouva encore le même rapport de $5 \frac{14}{20}$ à 60 : ce qui fait voir que cet élément étoit constant. Il en résulte une équation du centre de $5^{\circ} 1'$ (d).

§. III.

Quoique Ptolémée ait tiré les mêmes résultats des deux hypothèses de l'excentrique & de l'épicycle, il paroît préférer pour la lune l'hypothèse de l'épicycle, & la raison qu'il ne dit point, est facile à deviner. La ligne des apsides de la lune a un mouvement que les anciens ne connoissoient pas. L'hypothèse de l'excentrique cadre bien avec les observations du soleil, parce que le mouvement de ses apsides est peu sensible pendant des siècles. Les Chaldéens ignoroient ce mouvement, ils avoient seulement reconnu que l'inégalité de la lune ne se rétablit pas, dans un tems égal à celui de sa révolution à l'égard du zodiaque ; l'épicycle, que l'on supposoit décrit dans le tems d'une révolution de l'inégalité, satisfaisoit au mouvement des apsides, sans que Ptolémée se doutât de ce mouvement, ce que n'auroit pas fait l'excentrique. Il est simple que puisque Ptolémée connoissoit deux révolutions différentes, il falloit qu'il établît deux cercles décrits, l'épicycle & le déferent.

(a) *Almag. Lib. I, c. 11.*(b) *Suprà p. 477.*(c) *Almag. Lib. IV, c. 6.*(d) *Ibid. Lib. IV, c. 11.*

Ptolémée, par les observations dont nous avons parlé dans le paragraphe précédent, corrigea ce mouvement de l'inégalité. Hypparque l'avoit établi de $52^{\circ} 31'$, en rejetant les révolutions entières, pendant l'espace de 854 années égyptiennes, plus environ 74 jours, Ptolémée le trouve moindre de $17'$; il corrige en conséquence le mouvement établi par Hypparque (a). Mais l'erreur étoit légère & la correction puérile; Ptolémée ne pouvant pas se dissimuler que les observations comportoient une erreur beaucoup plus grande. Il est évident que Ptolémée, qui vouloit mettre du sien partout, a été bien aise de se donner l'air de corriger Hypparque. Nous en dirons autant de la correction du mouvement du nœud, ou du mouvement de la latitude, suivant le langage des anciens; correction qu'il trouve de $9'$ en 615 ans (b).

Ce mouvement s'observoit par le moyen des éclipses, & nous dirons, d'après Ptolémée, les attentions qu'on apportoit à cette espece de détermination. On choisissoit deux éclipses où la lune n'eût aucune latitude, ou du moins où la lune eût également dans l'une & dans l'autre une latitude pareille, soit boréale, soit australe; ce qu'on reconnoît facilement, parce que si cette latitude est boréale, c'est la partie méridionale de la lune qui est éclipsée, & réciproquement. Il falloit de plus que dans ces cas la latitude fût égale, c'est-à-dire, que le nombre des doigts éclipsés fût le même. On avoit encore soin de choisir des éclipses dans les mêmes circonstances, à l'égard des inégalités propres au soleil & à la lune, afin qu'il n'y eût point d'erreur à craindre de ce côté. Alors on étoit sûr que le moyen mouvement de la lune entre ces deux éclipses, étoit égal au mouvement de la latitude ou des nœuds. Il ne manquoit que des instrumens exacts, & semblables aux nôtres, à des astronomes capables de si bien saisir tous les moyens d'éviter les erreurs.

§. IV.

Nous avons dit que Ptolémée découvrit la seconde inégalité de la lune. Il remarqua très-bien que cette nouvelle inégalité n'avoit pas lieu lorsque la lune en quadrature, se trouvoit en même tems périgée ou apogée, & qu'il falloit, pour qu'elle fût la plus grande, que la lune en quadrature se trouvât à trois ou à neuf signes d'anomalie. Alors l'équation, qui

(a) *Almag. Lib. IV, c. 15.*

(b) *Ibidem, c. 9.*

étoit de $5^{\circ} 1'$, devenoit de $7^{\circ} 40'$; il appela cet excès de $2^{\circ} 39'$ la seconde inégalité, & il établit qu'elle dépendoit de la distance de la lune au soleil (a). Ce résultat est exact. Suivant Mayer, l'équation du centre est de $6^{\circ} 18' 15''$; mais dans le cas des éclipses, l'évection la réduit à $4^{\circ} 57' 42''$. Dans les quadratures, l'évection ajoutée la porte jusqu'à $7^{\circ} 38' 42''$ & alors elle ne diffère pas d'une minute de la somme des deux équations de Ptolémée.

§. V.

PTOLÉMÉE se proposa de représenter les deux inégalités par un excentrique combiné avec un épicycle; mais il reconnut bientôt qu'un excentrique ordinaire ne satisfaisoit pas aux apparences. En effet, en mettant à part la première inégalité très-bien représentée par un épicycle, & ne considérant ici que la seconde de $2^{\circ} 39'$, dont les conditions, données par l'observation, sont qu'elle soit nulle dans les conjonctions & les oppositions, & la plus grande dans les deux quadratures; la lune étant toujours supposée à 3 ou à 9 signes d'anomalie. Soit (fig. 24) C le centre de l'excentrique ou du déferent, T le centre de la terre & du zodiaque, A E, b e, k g, d h, les positions de l'épicycle dans la conjonction, l'opposition & les deux quadratures; soit dans la conjonction A la plus grande équation $5^{\circ} 1'$, représentée par l'angle A T E, il est sûr que dans les quadratures b & d, la lune étant plus près de la terre, le diamètre de l'épicycle sera vu sous un plus grand angle, & produira une inégalité plus grande: il est facile alors de déterminer l'excentrique, de manière que la différence soit de $2^{\circ} 39'$. Mais on voit que la distance k T étant encore plus petite que les distances b T, d T, l'angle k T g seroit le plus grand, & que l'inégalité qui en résulte, loin d'être nulle, seroit la plus grande dans l'opposition. Ces phénomènes, comme nous l'avons dit, demandoient une orbite resserrée par ses flancs; mais le préjugé des mouvemens dans un cercle ne permit pas à Ptolémée de s'écarter de cette courbe sacrée. *It (circuli), dixit il ailleurs, anim divinatorum corporum natura conveniunt, unde inordinatio & dissimilitudo longè abest (b)*. Pour obvier à toutes ces difficultés, voici ce que Ptolémée imagina, ce fut de faire mouvoir le centre de l'excentrique C autour de la terre T dans le petit cercle C M O N, dans un sens contraire au mouvement

(a) Almag. Lib. IV, c. 2 & 3,

(b) Almag. Lib. IX, c. 2.

du centre de l'excentrique. Il en résulte que le centre de l'épicycle étant en A ou en K, celui de l'excentrique est en C ou en O ; d'où l'on voit que les deux distances, qui ont lieu dans les sizigies, sont égales : dans les quadratures au contraire, le centre de l'épicycle étant en B, le centre de l'excentrique est en M, & lorsque le premier est en D, le second est en N. Dans les sizigies, la distance de la lune à la terre est donc égale au rayon du cercle excentrique, augmenté de la moitié du diamètre du petit cercle ; dans les quadratures, elle est égale au rayon de l'excentrique, diminué de la même quantité. Ce diamètre peut être déterminé de manière que le rayon de l'épicycle, vu du point T, aux distances égales AT, KT, produise une équation de $5^{\circ} 1'$, & qu'aux distances aussi égales BT, DT, il en produise une de $7^{\circ} 40'$. On sent que lorsque la lune ne sera point dans l'épicycle aux points E, F, G, H, où arrivent les plus grandes équations, l'équation sera en général moins considérable, mais toujours plus forte dans les quadratures que dans toute autre position.

§. V I.

IL s'ensuivoit de ces suppositions que la plus grande distance de la terre en conjonction, pouvoit être presque double de la plus petite distance à la lune en quadrature, ce qui n'est pas vrai. Ces distances sont à peu près dans le rapport de 1 à 1, 15, ou de 7 à 8. L'observation des diamètres, comme nous le dirons, devoit faire voir que ce rapport des distances presque doubles étoit fort éloigné du véritable.

On voit que ces deux angles BTF, ATE, l'un de $7^{\circ} 40'$, l'autre de $5^{\circ} 1'$, donnés par observation, il étoit aisé de déterminer les dimensions de tous ces cercles, le rayon de l'épicycle étoit déjà calculé de 5, 13. Ptolémée trouva le rayon CT du petit cercle, de 10, 19, & celui de l'excentrique de 49, 41. (a).

§. V I I.

LA parallaxe que Ptolémée avoit déterminée de $1^{\circ} 7'$ (b) à 50° du zenith est beaucoup trop grande. La difficulté de pointer au centre de la lune a pu produire quelque erreur ; mais la plus grande sans doute vient des éléments employés pour calculer la distance vraie de la lune. La longitude & la latitude tirées des tables, pouvoient s'écarter beaucoup des longitudes &

(a) Ptolémée, *Almag. Lib. V*, c. 4.
Tome I.

(b) *Suprà*, p. 177.

des latitudes vraies, & par conséquent la distance au zenith qui en étoit déduite, pouvoit être fort différente de la véritable.

Ptolémée conclut la distance de la lune à la terre pour le moment de l'observation de $39\frac{3}{4}$ demi-diamètres terrestres, mais 38, 43 pour la distance moyenne dans les quadratures, & 59 pour la distance moyenne dans les sizigies. Ces distances varioient encore, suivant que la lune étoit apogée ou périgée de toute la valeur du diamètre de l'épicycle, que Ptolémée calcula en conséquence de 10, 20 demi-diamètres. Toutes ces distances donnoient différentes parallaxes horizontales, qui sont toutes trop grandes, parce qu'elles étoient déduites d'une trop grande parallaxe, observée de $1^{\circ} 7'$. Voici le tableau des distances & des parallaxes dans l'hypothèse de Ptolémée.

	Distance à la terre.		Parallaxe horizontale.		
Quadratures.	{	La lune apogée	43	53	$1^{\circ} 19' 0''$
		La lune périgée	33	33	$1^{\circ} 44' 0''$
Sizigies.	{	La lune apogée	64	10	$0^{\circ} 53' 44''$
		La lune périgée	53	50	$1^{\circ} 3' 51''^{(a)}$

§. VIII.

PTOLÉMÉE s'occupa aussi de l'observation des diamètres du soleil & de la lune. Il déclare d'abord (b) qu'il ne fera point usage des anciennes méthodes de déterminer ces diamètres par le moyen des clepsidres, & par le tems du lever & du coucher du disque du soleil, lorsqu'il est dans l'équinoxe. Ces méthodes étoient devenues trop imparfaites pour une astronomie qui commençoit à se perfectionner. Il construisit l'instrument nommé dioptra, qu'Hypparque avoit inventé, & que nous avons décrit (c). Mais cet instrument ne lui servit qu'à s'assurer que le diamètre du soleil n'étoit assujéti à aucune variation sensible, & que le diamètre de la lune, lorsqu'elle est le plus loin de la terre, est précisément égal à celui du soleil. Il borne là l'usage de l'instrument, & il le trouve insuffisant pour découvrir la quantité même de ces diamètres. Il préféra de calculer des éclipses de lune arrivées dans la plus grande distance à la terre, où son diamètre est égal à celui du soleil, & où on peut les connoître tous deux en même tems.

(a) Ptolémée, *Almag. Libro V.*
cap. 12.

(b) *Ibid.* c. 14.

(c) *Suprà*, p. 473.

Il trouva par la méthode des éclipses partielles, le diamètre de la lune, dans sa plus grande distance à la terre de $31' 20''$ (a), & dans la plus petite, de $35' 20''$ (b). Ces diamètres sont aujourd'hui entre 29 25 & 33 34 (c). Or 29 25 est à 33 34 précisément comme 31 20 à 35 45. Ainsi les diamètres de Ptolémée, qui sont trop grands d'environ 2', sont cependant dans la proportion qu'ils doivent avoir. L'observation des doigts éclipsés étoit donc faite avec quelque exactitude ; on soupçonneroit qu'ils avoient, comme nous un instrument pour les mesurer, si l'on n'étoit pas bien fondé à croire le contraire (d). Il y avoit ici l'incertitude de l'observation, l'erreur de la latitude calculée, qui portoit toute entière sur la détermination du diamètre ; c'est une espèce de prodige qu'ils ne se soient pas trompés plus grossièrement, quand on pense aux erreurs que nous commettions nous-mêmes dans la latitude de la lune, il n'y a pas un demi-siècle. En partant de là, il est très-singulier que le diamètre du soleil, ainsi déterminé, s'accorde à $8''$ ou $10''$ près, avec celui qui a été déterminé de nos jours (e) par les observations les plus exactes & les plus récentes. On seroit tenté de croire que les anciens connoissoient parfaitement l'erreur & l'incertitude de leurs instrumens, & qu'en conséquence, à force d'habitude & de soins, ils s'étoient fait une manière d'observer, qui étoit toujours la même, & qui produisoit des erreurs dans le même sens ; c'est pourquoi peut-être le résultat présent, qui est fondé sur la différence des quantités observées, n'est affecté que de la différence de ces erreurs, & peut avoir une certaine exactitude.

§. I X.

PTOLÉMÉE est entré assez avant dans le calcul des parallaxes ; l'invention en appartient à Hypparque (f) ; il avoit reconnu que toutes les observations de la lune, excepté ses éclipses, en étoient affectées. Nous soupçonnons même, par le récit de Ptolémée, qu'Hypparque avoit essayé de calculer l'effet de la parallaxe sur la longitude & la latitude de la lune. Ces calculs lui avoient été nécessaires sans doute pour son traité des éclipses dans les différens climats (g). Mais si l'on s'en rapporte au témoignage de Ptolémée, il paroît qu'Hypparque s'y étoit mépris. Dans la crainte de dépouiller injus-

(a) *Almag. Lib. V, c. 14.*(b) *Ibid. Lib. VI, c. 5.*(c) M. de la Lande *Astronomie*, art. 1389.(d) *Infra*, p. 544.(e) M. de la Lande, *Astron. art. 1388.*(f) *Supra*, p. 94.(g) *Supra*, p. 475.

tement Ptolémée, nous lui avons laissé les méthodes des parallaxes qu'il a du moins perfectionnées.

Pour la facilité du calcul, Ptolémée a construit des tables (*a*), où l'on trouve, pour les différens climats connus, les distances au zenith du premier degré de chaque signe de l'écliptique, à différentes heures. Il a placé à côté l'angle du même point de l'écliptique avec le vertical. Dans une autre table est la parallaxe, qui répond à la distance au zenith (*b*). Cela posé, voici comme il s'y prend pour calculer la parallaxe (*c*) : avec la longitude de la lune, il cherche la distance au zenith correspondante, & ensuite la parallaxe qui y répond. Soit (*fig. 25*) l'écliptique MN, le zenith Z, la lune en A, ZA le vertical de la lune, NE sa longitude vraie, AE sa latitude; soit la parallaxe AB, & B par conséquent le lieu apparent de la lune, ND, BD sa longitude & sa latitude apparentes; AC, parallèle à ED, sera la parallaxe de longitude, BC celle de latitude. Dans le triangle rectangle ABC, Ptolémée connoissoit AB, la parallaxe de hauteur, & l'angle CAB, qui est l'angle de l'écliptique avec le vertical, ou du moins qui en diffère très-peu; il en conclut le rapport de AC & de BC à AB. Cette méthode est à très-peu de chose près, celle dont on se sert aujourd'hui. Ptolémée a très bien remarqué que la table des climats donne l'arc ZE, tandis que la parallaxe dépend de l'arc ZA; mais il dit aussi que dans les éclipses, où la latitude de la lune est toujours très-petite, l'arc ZA se confond avec l'arc ZE. Il en est de même de l'angle du vertical ZE avec l'écliptique, au lieu de l'angle du vertical ZA avec le parallèle AC à l'écliptique. Hypparque montra qu'on pouvoit corriger l'arc ZE en y ajoutant l'arc IA, qu'il est facile de calculer; mais il se trompoit lui-même, parce qu'il supposoit que c'étoit l'arc ZI, qui étoit donné par les tables, au lieu de l'arc ZE. C'est cette correction d'Hypparque, qui nous a donné lieu de soupçonner que le fond de ces méthodes lui appartenoit. Au reste Ptolémée donne le moyen d'avoir égard dans le calcul à la latitude de la lune. Soit du point Z & du rayon ZE, décrit l'arc de cercle EO, étant donnés l'arc ZE ou son égal ZO, & l'angle ZEM de l'écliptique avec le vertical. Dans le triangle rectangle AEO, on connoît l'arc AE, qui est la latitude de la lune, & l'angle OEA, égal à l'angle ZEM. Il en déduit l'arc OA, qui étant ajouté à ZE, donne la vraie distance de

(*a*) Ptolémée, *Almag. Libro II*,
cap. 12.

(*b*) *Ibid. Lib. V*, c. 18.

(*c*) *Ibid.*, c. 19.

la lune au zenith, & l'arc de cercle OÈ, ou l'angle OZE, qui, retranché de l'angle ZEM, lui donne ZIM. Nous expliquons ces méthodes avec quelque détail ; ce que nous ne ferons pas toujours par la suite. Mais ils sont intéressans pour apprécier l'état de l'astronomie dans les tems de sa renaissance. On voit briller déjà l'esprit d'examen & d'exactitude, qui est poussé si loin aujourd'hui. Ptolémée n'a point fait attention que la parallaxe dépend des distances apparentes au zenith, & non des distances vraies.

§. X.

A l'égard de la parallaxe du soleil, comme elle échappoit à leurs observations, il falloit, pour la connoître, déterminer la distance du soleil à la terre. Dans une éclipse où la lune avoit été à moitié éclipsée, Ptolémée avoit conclu avec raison que le demi-diamètre de l'ombre étoit égal à la latitude de la lune, qui étoit alors de $40' 40''$ (a). La lune se trouvoit dans sa plus grande distance ; par conséquent son diamètre étoit de $31' 20''$, & alors, selon lui, précisément égal au diamètre du soleil.

Soit (fig. 26) GA le soleil, EI la lune, CM la terre, son rayon NM égal à 1, CMX le cône d'ombre, NT la plus grande distance de la lune à la terre de 64, 10 demi-diamètres terrestres, dont chacun est égal à NM. Dans le triangle rectangle TNI, il connoît TN de 64, 10 (b), & l'angle TNI de $15' 40''$, qui est le diamètre de la lune, il calcule TI, qu'il trouve de $0^p 17' 32''$, dont TN en contient 64, 10. Il prend de l'autre côté de la terre NP égal à NT. Alors dans le triangle rectangle NPR, on connoît NP de 64, 10, & l'angle PNR, ou le diamètre de l'ombre de $40' 40''$; on trouve PR de $0^p 45' 38''$; mais TN étant égale à NP, PR, plus TS, est égale au double de NM, c'est-à-dire à 2 ; la somme de PR & de TI est $1^p 3' 11''$: donc IS est égal à 2, dont on retranche $1^p 3' 11''$, ou à $0^p 56' 49''$. Mais NM est à IS comme AN à AI, comme DN à DT ; donc NM moins IS est à DN moins DT, comme NM à DN, ou $0^p 3' 11''$ est à $64^p 10'$ comme 1^p est à DN, que l'on trouve de 1210 parties, dont NT en contient 64 10, c'est-à-dire, 1210 demi-diamètres terrestres.

§. XI.

Au moyen de ces quantités établies, Ptolémée trouva les rapports des

(a) Almag. Lib. V, c. 14 & 15.

(b) 64, 10 signifie 64 parties & 10 soixan-

tièmes de ces parties. Les anciens subdivisoient toujours de soixante en soixante.

grandeurs du soleil, de la lune & de la terre. Le diamètre de la lune étant 1, celui de la terre est $3\frac{1}{3}$, & celui du soleil $18\frac{1}{3}$; c'est-à-dire, que si ces trois astres étoient vus à la même distance, leurs diamètres seroient dans ces rapports. Ptolémée en conclut que le soleil est 170 fois plus gros que la terre (a). Le rapport est assez bien établi entre les diamètres de la lune & de la terre; mais le soleil est infiniment plus gros. Ce n'étoit pas avoir approché de la vérité plus près qu'Hypparque, qui avoit trouvé que le soleil étoit 150 fois plus gros que la terre (b). Nous savons aujourd'hui qu'il l'est douze cent mille fois plus.

Comme les parallaxes des différens astres sont dans la raison inverse des distances, Ptolémée trouva que si à la distance 64, 10 la parallaxe de la lune est $53' 34''$, à la distance de 1210, la parallaxe du soleil apogée doit être de $2' 51''$: c'est ainsi qu'il l'établit (c). Cette parallaxe, toute défectueuse qu'elle est, a été adoptée par les Arabes, & quoiqu'elle ait beaucoup varié chez les différens auteurs, Tycho, en 1577 la faisoit encore de $2' 54''$, à peu près comme Ptolémée.

§. XII.

PTOLÉMÉE, nous l'avons dit, enseigne qu'il ne peut y avoir éclipse quand la latitude de la lune est plus grande (fig. 27) que la somme des demi-diamètres de la lune & de l'ombre. Ainsi dans la plus petite distance de la lune à la terre, où ces demi-diamètres sont, selon Ptolémée, de $17' 40''$, & de $45' 56''$, il ne peut y avoir éclipse lorsque la latitude est de $1^{\circ} 3' 36''$, il y a seulement attouchement; à la latitude BC de $1^{\circ} 3' 36''$ répond la distance au nœud de $15^{\circ} 11'$ (d). Cette distance est donc le terme des éclipses.

Les termes des éclipses solaires ne peuvent se fixer d'une manière si simple, ni si générale, à cause de la parallaxe, qui est différente suivant la hauteur de la lune. S'il n'y avoit point de parallaxe, il y auroit éclipse de soleil toutes les fois que la latitude de la lune seroit moindre que la somme des demi-diamètres du soleil & de la lune. Suivant Ptolémée, le demi-diamètre du soleil étant toujours de $15' 40''$, & le plus grand demi-diamètre de la lune de $17' 40''$, il peut y avoir éclipse quand la latitude est moindre que $53' 40''$. Mais de la parallaxe il naît deux cas, celui

(a) *Almag. Lib. IV, c. 16.*

(b) *Suprè., p. 479.*

(c) *Almag. Lib. IV, c. 17 & 18.*

(d) *Ibid. Lib. IV, c. 5.*

où la lune est plus boréale que le soleil, & où par conséquent étant toujours plus élevée sur l'horizon, sa parallaxe tend à la rapprocher du soleil. Ptolémée calcule la plus grande parallaxe de latitude qu'il trouve de $58'$, & il pourra y avoir éclipse toutes les fois que la latitude de la lune sera moindre que $10^{\circ} 31' 20''$; ce qui répond à une distance au nœud de $17^{\circ} 41'$. Il faut donc que la conjonction vraie du soleil & de la lune n'arrive pas à plus de $17^{\circ} 41'$ du nœud, & la conjonction moyenne à plus de $20^{\circ} 41'$, pour qu'il y ait éclipse. Le second cas est celui où la lune étant australe & moins élevée que le soleil, sa parallaxe tend à l'en éloigner; alors les éclipses sont plus rares. Il peut y avoir même des occasions où la latitude de la lune soit nulle, & où il n'y aura point d'éclipse, parce que sa parallaxe de latitude excédera $33' 20''$. Ptolémée a porté l'attention jusqu'à chercher ce qui arriveroit dans les climats voisins de l'équateur, où la lune ainsi que le soleil, dans leur plus grande élévation, passent au-delà du zenith vers le nord.

Alors la lune D (fig. 28), quoiqu'australe à l'égard du soleil C, tend à s'en rapprocher par sa parallaxe, il trouve que dans ce cas la plus grande distance de la conjonction vraie au nœud est de $8^{\circ} 22'$, & la distance de la conjonction moyenne de $11^{\circ} 22'$. Ces déterminations, que les modernes ont peu changées (a), servent encore aujourd'hui de premier essai à ceux qui calculent des éclipses, pour savoir si elles sont possibles, & s'éviter des calculs inutiles.

Ces apparences de la parallaxe sont relatives à la partie septentrionale de la terre. Ptolémée ne parle point de la partie méridionale; à peine croyoit-on qu'elle pût être habitée: du moins les habitans en étoient inconnus, on n'avoit point de commerce avec eux; & l'astronomie ne calculoit les phénomènes des éclipses & les variations de la parallaxe que pour ceux qui pouvoient être attentifs à les observer.

§. XIII.

C'est dans les recherches sur les éclipses que Ptolémée, éclairé par l'esprit d'examen, a aperçu une précision à laquelle ses instrumens ne pouvoient atteindre, & qu'il a dû regarder par conséquent comme négligeable. Nous parlons de la réduction à l'écliptique. Le moment de la conjonction des deux astres est celui où ils ont la même longitude comptée sur l'écliptique, où ils se trouvent dans le même cercle de latitude PDB (fig. 29).

(a) M. de la Lande, *Astronomie*, art. 1759.

On crut d'abord que le moment de la conjonction étoit celui où les longitudes des deux astres, du soleil & de la lune, par exemple, étoient égales. Mais ces longitudes, AD, AB, sont comptées sur deux cercles différens, inclinés l'un à l'autre d'environ 5° , il en résulte que lorsque les deux astres sont dans le même cercle de latitude, l'arc AD n'est pas précisément égal à l'arc AB; il en diffère d'une petite quantité GD, qui est la réduction à l'écliptique, c'est-à-dire, la quantité tantôt additive, tantôt soustractive dont il faut corriger la longitude de la lune, comptée dans son orbite, lorsqu'on veut rapporter cette longitude à l'écliptique. Ptolémée trouve que pour la lune, cette réduction, lorsqu'elle est la plus grande, est de $5'$; mais que dans les éclipses, elle ne surpasse jamais $2'$; d'où il ne résulte pas dans le calcul une erreur de plus de la seizième partie d'une heure ou environ $4'$ (a). Il a remarqué de plus que le milieu d'une éclipse de lune n'étoit pas rigoureusement l'instant où la lune avoit été opposée au soleil, parce que les deux moitiés de la partie de son orbite, qui se trouve dans l'ombre de la terre, ne sont pas parcourues en tems égal, à cause des mouvemens inégaux du soleil & de la lune; mais il pense que ces deux instans sont sensiblement les mêmes (b). Ce sont toutes ces attentions, toutes ces remarques qui décelent un astronôme consommé; car, pour être tel, il faut employer tous les élémens connus, ou dire pourquoi on ne les a pas employés.

§. XIV.

Nous apprenons par un passage de Ptolémée que les anciens astronomes comptoient les doigts éclipsés, non par rapport au diamètre, divisé en 12 parties, comme nous faisons aujourd'hui, mais par rapport à la surface du disque, en sorte que, selon eux, un doigt étoit la douzième partie de ce disque. Cette méthode est singulière, mais c'est ce qu'il semble qu'on doive conclure des paroles de Ptolémée. *Verum quoniam plurimi eorum qui eclipticas significationes observant, non per diametros circulorum magnitudines observationum metiuntur, sed per totas ipsarum superficies, quoniam visus secundum objectionis totum ipsum quod apparet comparat non apparenti* (c). Ajoutons que Ptolémée, qui ne fait usage que de la division des doigts comptés sur le diamètre, donne un calcul & des tables (d) pour réduire

(a) Almag. Lib. VI, c. 7.

(b) Ibid. c. 9.

(c) Ibid. c. 7.

(d) Ibid. c. 7 & 8.

L'une de ces manières de compter à l'autre. Nous ne concevons pas comment les anciens pouvoient estimer le rapport de la partie claire de la lune éclipsée à son disque entier, dont ils ne voyoient qu'une partie; mais cela nous paroît positif, d'après ce que nous venons de rapporter. Les doigts des observations d'éclipses, rapportées dans l'Almageste, sont cependant évalués en parties du diamètre (*a*); Ptolémée les avoit réduits à sa manière de compter, qui est aujourd'hui la nôtre.

§. X V.

Nous allons donner une idée de sa méthode de calculer les éclipses; & d'abord des éclipses de lune (*b*). Il calculoit pour le méridien du lieu, le moment de l'opposition vraie, & la distance de la lune au nœud; avec cette distance, il trouvoit, dans les tables calculées exprès, le nombre de doigts de l'éclipse, le tems que la lune employoit à entrer dans l'ombre & à en sortir; ce qu'il appeloit le tems d'*incidence* & de *réplétion*: il y trouvoit le tems de la demeure dans l'ombre quand l'éclipse étoit plus que totale. Il avoit ainsi tous les instans remarquables, celui du commencement de l'éclipse, de l'immersion totale, du commencement de l'émerfion, & celui de la fin de l'éclipse. Voici comment il calculoit les quantités contenues dans ces tables. Le diamètre de l'ombre, celui de la lune, sa longitude & sa latitude étant connus, lui donnoient la quantité du diamètre qui entroit dans l'ombre. Par conséquent il avoit 1°. le nombre des doigts éclipsés; 2°. la distance (*fig. 30*) du centre G de la lune au centre A de l'ombre. Il supposoit que les points B & D fussent les lieux du centre de la lune au moment du commencement & de la fin de l'éclipse; donc AB & AD, étoient égales chacun à la somme des demi-diamètres de la lune & de l'ombre; dans les triangles rectangles & égaux, ABG, ADG, où AD, AG, AB étoient connues, il calculoit facilement BG, ou son égale GD, qui retranchée du moment de la conjonction, ou ajoutée à ce moment, donnoit ceux du commencement & de la fin de l'éclipse.

Quand il y avoit éclipse totale & demeure dans l'ombre, en supposant que la lune fût en E lors de l'immersion totale, & en F lors du commencement de l'émerfion, il avoit AE, AF égales chacune au demi-diamètre de l'ombre, moins le demi-diamètre de la lune, & il en déduisoit donc la valeur de EG, & de son égale GF. Ces arcs BG, EG, &c.

(a) Almag. Lib. V, c. 14 & ailleurs,
Tome I,

(b) Ibid. Lib. VI, c. 9.

étoient augmentés d'une douzième partie, parce que le centre de l'ombre n'est pas en repos, & que son mouvement, causé par le mouvement du soleil est environ douze fois moindre que celui de la lune (a); ensuite ces arcs étoient réduits en tems, à raison du mouvement de la lune. Ptolémée portoit même l'attention jusqu'à calculer le mouvement horaire vrai de la lune, pour cette réduction, afin de tenir compte des petites inégalités qui pouvoient avoir lieu dans l'intervalle d'une éclipse.

§. XVI.

A l'égard des éclipses de soleil (b), il cherchoit par les tables l'heure avant ou après midi de la conjonction vraie. Avec la longitude de la lune & sa distance au méridien, il trouvoit, dans des tables dressées pour chaque climat, la distance LZ (fig. 31) de la lune au zenith, & l'angle LDN de l'écliptique avec le vertical. Dans la table des diversités d'aspects, c'est-à-dire des parallaxes (c), il avoit la parallaxe de hauteur LM, relative à la distance de la lune au zenith; & au moyen de l'angle de l'écliptique avec le vertical, ou de son complément DLS, il la réduisoit en parallaxe de longitude AL ou BS. Il avoit soin de retrancher auparavant la parallaxe solaire de la parallaxe de hauteur. La parallaxe de longitude est la distance de la conjonction vraie à la conjonction apparente; il l'augmentoît d'une douzième partie, pour avoir égard au mouvement du soleil. Cette parallaxe, ainsi augmentée & réduite en tems, lui donnoit l'instant de la conjonction apparente. Il prenoit de nouveau dans les tables, pour cet instant, la distance de la lune au zenith, l'angle de l'écliptique avec le vertical, & la parallaxe de hauteur; il en concluait la parallaxe de latitude LE. Comme il avoit reconnu que la latitude de la lune près des nœuds étoit à peu près à la distance au nœud comme 1 à 12, il multiplie par 12 la parallaxe de latitude, afin d'avoir la quantité EC, dont la parallaxe fait paroître la lune plus près ou plus loin de son nœud; il a donc alors la distance apparente CN de la lune à son nœud, & si cette distance est dans les termes qu'il a fixés (d), il dit qu'il y aura éclipse. Avec cette distance, il cherche

(a) Nous ignorons pourquoi Ptolémée ajoute ici un douzième pour le mouvement du soleil, tandis que, c. 5 du même liv. VI, il dit que le moyen mouvement de la lune est treize fois plus grand que celui du soleil, ce qui est beaucoup plus exact. La proportion que Ptolémée établit ici n'est vraie que

lorsque la lune est dans son apogée, & que son mouvement est le plus lent.

(b) *Almag. Lib. VI, c. 10.*

(c) *Suprà*, p. 540.

(c) *Almag. Libro II, cap. 12, Lib. V, cap. 18.*

(d) *Suprà*, p. 542.

dans une table dressée exprès, & semblable à celle dont nous avons parlé pour les éclipses de lune, la quantité des doigts éclipsés, & celle de l'incidence & de la réplétion; il ajoute à ces deux dernières quantités une deuxième partie pour le mouvement du soleil, & il réduit le tout en temps, à raison du mouvement horaire vrai & actuel de la lune.

Cependant Ptolémée n'oublie point de considérer que la parallaxe change continuellement pendant la durée de l'éclipse, & il montre la manière d'y avoir égard, en calculant l'effet de la différence de la parallaxe entre le commencement, la fin & le milieu de l'éclipse, pour lequel le premier calcul a été fait. Cette méthode perfectionnée est encore suivie aujourd'hui, & le fond de la nouvelle est le même que celui de l'ancienne.

§. XVII.

Il examine ensuite la ligne qui joint les centres du soleil & de la lune, & le sens suivant lequel elle se dirige relativement à l'écliptique & à l'horizon. En établissant la position de cette ligne au moment de la conjonction, il détermine l'angle que toutes les autres positions font avec celle-ci, & il en donne des tables (a). Il y a apparence que cet angle, ou plutôt cette ligne, étoit de quelque usage dans l'astrologie; car Ptolémée semble l'avoir en vue dans le traité de *judiciis* (b). On tiroit sans doute des indications, suivant le point de l'horizon que regardoit la partie obscure de la lune. Cet angle & cette ligne ne font d'aucun usage aujourd'hui dans l'astronomie, & ne doivent pas avoir été employés dans l'ancienne astronomie, car Ptolémée lui-même ne semble pas y faire grande attention. Cependant Kepler en a fait mention, il a donné la méthode pour les observer & pour en tirer des résultats.

§. XVIII.

Nous allons entrer dans quelque détail sur les théories des planètes, dans l'hypothèse de Ptolémée; ces détails, cette hypothèse peuvent mériter quelque curiosité, puisqu'ils ont été admis & commentés dans presque tout l'univers pendant quatorze siècles.

Ptolémée, réfléchissant sur l'ordre des planètes dans leurs distances, avoir été assez embarrassé des deux plus petites, Venus & Mercure; il remarquoit qu'elles n'avoient point de parallaxe, cependant il les plaça au-dessous du

(a) *Almag. Libro VI, capit. 12, 13*
& 13.

Riccioli, *Almag. Tom. I, p. 315.*

(a) *Astron. optic. p. 360 & 407.*

soleil. C'est sans fondement que Geber (a) lui reproche de se contredire ici, en lui objectant que puisqu'il plaçoit Vénus & Mercure au-dessous du Soleil, ces deux planetes devoient avoir une plus grande parallaxe que le Soleil, qui, suivant Ptolémée, en avoit une de près de 3'; & qu'en partant des distances de Vénus & de Mercure périégées, établies par lui-même, la première devoit avoir une parallaxe de 3', & la seconde une de 7'. Il est évident que Ptolémée ne pensoit pas que ces planetes manquassent absolument de parallaxe, mais qu'elle étoit insensible par les observations dont nous avons limité la précision à peu près à 5' (b); d'autant que, pour qu'il eût pu appercevoir l'effet de la parallaxe, il lui auroit fallu des observations qui en fussent affectées, & d'autres qui ne le fussent pas. Or Mercure, qui s'élève très-peu sur l'horizon, n'est pas dans le cas.

Le point difficile étoit d'expliquer les deux révolutions des planetes tant à l'égard du soleil qu'à l'égard du zodiaque. Cette entreprise, si l'on s'en rapporte à Ptolémée (c), avoit même avant Hypparque, exercé la sagacité des mathématiciens astronomes. Nous croyons que Sosigenes pourroit bien être un de ceux que Ptolémée avoit en vue (d). Ils avoient essayé de représenter les mouvemens des planetes par des hypothèses, d'en dresser des tables, qu'ils décorent du titre magnifique de tables perpétuelles : c'étoient vraisemblablement des éphémérides; mais les uns n'ont pu même commencer, les autres finir la tâche qu'ils s'étoient imposée. Nous allons exposer la manière dont Ptolémée s'y est pris pour tirer des observations les dimensions de tous les cercles, dans lesquels il enfermoit les mouvemens des planetes, & des modifications qu'il fut quelquefois obligé de faire à cette hypothèse générale pour satisfaire à toutes les apparences.

§. X. I. X.

Nous commencerons, comme Ptolémée lui-même, par Mercure; on ne peut le voir que lorsqu'il s'écarte du Soleil, & ce sont ces digressions, & sur-tout les plus grandes qu'il est utile d'observer. Ces digressions, selon lui, étoient produites par le mouvement dans l'épicycle. Il en suivit constamment l'observation, & il remarqua que les plus grandes de ces digressions n'étoient pas toujours égales, ce qu'il attribua au mouvement dans l'excentrique. Parmi ces plus grandes digressions inégales, il choisit la plus grande

(a) Geber, *Comment in Almag.*
Riccioli, *Almage.* Tome I, page
494.

(b) *Suprà*, p. 417.

(c) *Almag. Lib. IX.* c. 2.

(d) *Suprà*, p. 495.

& la plus petite; il représenta l'une (*fig. 32*) par l'angle DBG, qui est vu de la terre B, & l'autre par l'angle ABE; des valeurs de ces deux angles, il déduisit les rapports de AE à AB, & de GD à BG; & par conséquent puisque AE égale GD, le rapport de AB à BG, comme 120 à 99, ou comme 69 à 57 (a).

Comme il falloit absolument que Mercure fût en-deçà du Soleil, & qu'il tournât autour de la Terre, il en résulta que Mercure se trouvoit deux fois péricée & deux fois apogée (b). Effectivement, en excluant les conjonctions avec le Soleil, qui n'étoient pas alors visibles, il est certain que dans chacune de ces digressions orientale & occidentale, il y a un point où Mercure est également près, ou également loin de la Terre; pour représenter cette apparence, Ptolémée supposa, comme il avoit fait pour la lune, un petit cercle CNHK (*fig. 32*), sur lequel le centre de l'excentrique étoit porté, par un mouvement contraire à celui du centre de l'épicycle. D'où il suit, que la Terre est moins éloignée de Mercure, lorsque le centre de l'épicycle est en L que lorsqu'il est en G; parce que dans le premier cas le centre de l'excentrique est en K, & que dans le second il est en H: or KL & HG étant supposées toujours égales, BL est plus courte que BG. De l'autre côté il y a un point N, où la même chose doit arriver, & où Mercure se trouve une seconde fois dans la plus petite distance de la Terre. Il se trouve de même deux fois dans la plus grande distance.

§. XX.

Ces points s'appeloient les péricées & les apogées de l'épicycle; il y en avoit deux autres A & G, où le centre de l'épicycle étoit le plus éloigné & le plus près de la terre; que l'on pouvoit appeler l'apogée & le péricée de l'excentrique. Ptolémée les déterminoit (c); en choisissant deux digressions égales parmi les plus grandes, l'une orientale, l'autre occidentale; le milieu entre ces deux longitudes de Mercure lui donnoit le lieu du péricée, & deux digressions pareilles, choisies entre les plus petites, lui donnoient le lieu de l'apogée. On voit que ces deux points doivent être éloignés dans l'écliptique de 180°; mais on sent aussi que par des observations si difficiles, & faites avec des instrumens, qui ne donnoient pas une grande précision, il devoit se trouver quelque différence. C'est cependant ce qui

(a) Ptolémée, *Almag. Libro IX*, cap. 2.

(b) *Ibid.*

(c) *Ibid. c. 7.*

n'arrive point; & on ne peut s'empêcher de former le soupçon que Ptolémée corrigeoit ses observations dans son cabinet, pour les faire prêter à ses hypothèses; il n'a point de peine à trouver deux digressions parfaitement égales, il ne fait jamais de réduction; en tenant compte du mouvement de Mercure, pour les amener à cette égalité. Quels que soient les avantages d'un beau ciel, il est peu vraisemblable que l'on ait toujours les observations telles qu'on les veut. En concluant de ces observations les longitudes de l'apogée & du périhélie, il les trouvoit éloignés précisément, & sans aucune différence, de 180° : au moyen d'observations anciennes, il calcule la position de la ligne des abscides 400 ans avant lui, & il trouve que dans cet intervalle de temps elle avoit avancé de 4° ; c'étoit exactement la rétrogradation des points équinoxiaux; il auroit dû trouver plus de 7° . Qui ne voit pas qu'il n'en a trouvé que quatre, parce qu'il imaginait que cela devoit être ainsi, à cause du mouvement des points équinoxiaux, & qu'il n'en a pas voulu trouver davantage; parce qu'un mouvement particulier à la ligne des abscides, l'auroit mis dans l'embarras d'une nouvelle explication.

§. XXI.

On peut remarquer que dans cette théorie de Mercure, établie par Ptolémée, il y a deux excentricités BF & CF. Dans la théorie de la lune, où Ptolémée a employé à peu près le même artifice, il n'y en a qu'une; le centre de l'excentrique, porté sur le petit cercle CKHN, tourne autour du centre B de la terre & du monde. Ici il passe à une distance de la terre BH; c'est que dans la théorie de la lune Ptolémée n'avoit à faire qu'à l'excentricité de cette planète; ici l'excentricité de la terre a un effet qui se complique avec celle de Mercure; & c'est pourquoi Ptolémée fut obligé d'écarter le petit cercle CKHN du centre B. Si ce point B se fût trouvé dans la circonférence de ce cercle, il n'y auroit pas eu deux périhélie & deux apogées; la plus courte distance auroit été BG, & la plus grande AB. La distance de Mercure à la Terre varie réellement, 1°. en raison de sa distance au Soleil, selon qu'il est au-delà ou en-deçà; 2°. en raison de son excentricité; 3°. en raison de l'excentricité de la Terre. Aussi voit-on que sa distance dans la théorie présente, varie en raison du diamètre de l'épicycle, du diamètre du petit cercle, & de la distance BH. Tout cela n'est pas dans les proportions qu'il faudroit; mais la théorie de Mercure est très-difficile, & l'hypothèse étoit trop éloignée de la nature.

En supposant le rayon de l'excentrique CF & FG divisés en 60 parties;

le rayon de l'épicycle en contient $22\frac{1}{2}$, le rayon du petit cercle 3, & la distance B-H 3 (a).

La théorie de Vénus doit avoir beaucoup de ressemblance avec celle de Mercure. Cependant il y a une différence très-sensible, c'est celle de leurs excentricités propres. Celle de Mercure est fort grande, celle de Vénus est fort petite; aussi Ptolémée reconnut-il qu'il pouvoit se passer du petit cercle CKHN. Il ne tient pas compte de l'excentricité de Vénus; que les observations ne lui firent point appercevoir, & il n'a égard qu'à l'effet de l'excentricité de la terre, mais en l'attribuant à l'orbite de Vénus. Voici comment il s'y prit pour la trouver: après avoir déterminé, comme dans la théorie de Mercure (*fig. 33*), les points H & K, apogée & périgée, il choisit (b) deux observations des plus grandes digressions, l'une orientale, l'autre occidentale, faites lorsque le centre de l'épicycle ou le soleil, qui a le même mouvement, étoit à 90° de l'apogée. Ces deux digressions EDn, FDn étoient inégales, & leur différence mDn, ou BDC, étoit double de l'effet de l'excentricité. De la valeur de cette différence, ou de cet angle mDn donné par observation, il concluoit le rapport de BC à BD; il partageoit cette excentricité BC en deux parties égales en A, où il plaçoit le centre de l'excentrique, & en C le centre d'un cercle qu'il appeloit l'équant, ou le cercle dans lequel les mouvemens étoient égaux en tems égaux.

Le rayon de l'excentrique AH étant de 60 parties, BC étoit de $2\frac{1}{4}$, AB par conséquent de $1\frac{1}{4}$, & le rayon de l'épicycle de $43\frac{1}{4}$.

§. XXI.

On demandera pourquoi Ptolémée a employé dans cette théorie, ainsi que dans toutes les autres, ce cercle nommé équant, qui étoit un cercle purement fictif & même inutile, puisqu'il n'avoit qu'à placer le centre de l'excentrique au lieu où il met le centre de l'équant? Son hypothèse auroit été plus physique; car enfin son excentrique est physique: la planète portée dans un épicycle, pouvoit le paroître aussi. Dans un tems où on ne connoissoit point un mécanisme plus simple & plus digne de la nature, on pouvoit croire que les mouvemens des planètes s'opéroient ainsi. Mais Ptolémée n'ignoroit pas que cet équant n'existoit point. On peut croire qu'il s'y est déterminé par deux raisons (c), 1°. pour qu'il y eût un point d'où les

(a) Almag. Lib. XI.

Riccioli Almag. Tom. I, p. 565.

(b) Almag. L. IX, c. 3.

(c) Riccioli, Almag. T. I, p. 513.

mouvements circulaires, c'est-à-dire, les angles décrits fussent égaux en tems égaux; les anciens, nous l'avons déjà remarqué bien des fois, auroient eu recours aux suppositions les plus forcées, plutôt que de ne pas conserver quelque part cette uniformité : 2°. parce qu'il vouloit que le centre de l'épicycle fût plus proche de la terre dans l'apogée, & plus loin dans le périégée que l'excentricité entière ne l'eût permis.

§. XXIII.

PTOLÉMÉE fit pour les trois planetes supérieures, Saturne, Jupiter & Mars; les mêmes suppositions que pour Vénus, c'est-à-dire, qu'il établit un épicycle dans lequel la planete faisoit sa révolution à l'égard du Soleil, le centre de cet épicycle roulant sur la circonférence d'un cercle excentrique à la terre, dont le centre étoit également distant du centre de la terre & du centre de l'équant, autour duquel les arcs décrits en tems égaux étoient égaux.

Nous avons dit que Ptolémée employa les oppositions des planetes au soleil; il choisit trois observations, comme il avoit fait pour la lune (a); la méthode seroit trop longue à rapporter. Il faut remarquer seulement que les oppositions des planetes, rapportées dans Ptolémée, sont déterminées relativement au lieu moyen du soleil. Cet astronôme, faisant mouvoir le soleil sur un cercle excentrique, décrit par un mouvement égal autour de son centre, regardant, pour ainsi-dire, ce centre comme celui de l'univers, avoit tru qu'il étoit nécessaire d'y rapporter les mouvemens de tous les corps célestes, & en conséquence il avoit déterminé le vrai lieu des planetes, par rapport au mouvement moyen du soleil. Tycho suivit en cela Ptolémée. Kepler fut le premier qui s'en écartera, & qui sentit que les oppositions des planetes avec le lieu moyen du soleil nous donnent de fausses positions, capables de jeter dans l'erreur (b).

Ptolémée conclut des observations les dimensions suivantes pour les trois planetes, le rayon de l'excentrique étant supposé de 60 parties.

	Rayon de l'épicycle		DISTANCE		DISTANCE.	
			du centre de l'équant au centre de la terre.		du centre de l'excentr. au centre de la terre.	
♄	6 ^p	30	5	6 ^p 50	3 ^p	25
♃	11	30	5	30	2	45
♂	39	30	12	0	6	0 (c)

(a) *Suprà*, p. 334.(a) Cassini, *Éléments d'Astr.* p. 352.(c) Ptolémée, *Almag. Libris X & XI.*

Nous ne dirons rien des stations & des rétrogradations, dont Ptolémée calcule la durée dans son hypothèse. Nous ne nous sommes point proposé de donner un extrait entier du livre de Ptolémée, mais de faire connoître l'esprit de ses méthodes & le succès de ses explications; nous croyons en avoir dit assez à ce sujet.

Voici les inclinaisons que Ptolémée détermina pour chacune des planetes:

	<i>Inclinaison de l'excentrique.</i>	<i>Inclinaison de l'épicycle.</i>
♄	2° 26'	4° 30'
♃	1° 24'	2° 26'
♂	1° 0'	2° 15'
♀	0° 10'	2° 30'
♁	0° 45'	6° 15' (a)

§. XXIV.

PTOLÉMÉE confirma le mouvement progressif des étoiles, & la rétrogradation des points équinoxiaux qu'Hypparque avoit découverts; il reconnut que depuis Hypparque elles s'étoient avancées proportionnellement à un degré en 100 ans, que les latitudes étoient restées constamment les mêmes, tandis que toutes les déclinaisons étoient très-sensiblement changées. C'étoit tout ce qu'Hypparque avoit imaginé, & ce que sa circonspection l'avoit empêché d'affirmer.

Ptolémée faisoit usage des conjonctions de la lune avec quelques étoiles, ou de leurs occultations, pour en déduire le lieu de ces étoiles par le moyen du lieu de la lune, calculé sur ses tables. Il est évident 1°. que ces tables n'ayant que deux équations, qui encore n'avoient quelque exactitude que dans les sizigies & dans les quadratures, la longitude calculée de la lune devoit être fort différente de la véritable; 2°. les diamètres n'étoient pas fort exactement connus; ils étoient trop grands, mais c'étoit la moindre source d'erreur; 3°. la parallaxe, déterminée beaucoup trop grande par Ptolémée, donnoit toujours un faux lieu apparent. Cependant avec toutes ces sources d'erreur, les observations qu'il a calculées donnent des résultats dont l'accord étonne; c'est ce qu'il est bon de mettre ici sous les yeux.

Selon une observation de Tymocharis, faite l'an 455 de Nabonassar, il trouve la longitude de la Claire des Pléiades à 29° 30' du Bélier, & sa lati-

(a) *Almag. Lib. XIII, c. 3.*

tude boréale de $3^{\circ} 40'$; par une observation d'Agrippa, faite en Bithynie l'an 840 de Nabonassar, il trouve cette longitude à $3^{\circ} 15'$ du Taureau, la latitude de $3^{\circ} 40'$: l'étoile avoit donc avancé de $3^{\circ} 45'$ en 375 ans, ce qui fait juste un degré en 100 ans, sans avoir changé de latitude (a).

Par une observation de Tymocharis de l'an 454 de Nabonassar, Ptolémée trouve la longitude de l'Epi de la Vierge à $22^{\circ} 20'$ de la Vierge, la latitude australe de 2° . Par une seconde observation de l'an 466, cette longitude étoit à $22^{\circ} 30'$, & la latitude de 2° . Enfin l'an 845, par une observation de Ménélaüs à Rome, on trouve la même longitude à $25^{\circ} 15'$, & toujours précisément 2° de latitude. C'est un progrès de $3^{\circ} 55'$ en 391 ans, ou de $3^{\circ} 45'$ en 379 ans; ce qui fait encore, à très-peu près, 1° en 100 ans.

Selon une observation de l'étoile la plus boréale au front du Scorpion, faite par Tymocharis l'an 464 de Nabonassar, il trouva la longitude de l'étoile à 12° du Scorpion, avec une latitude boréale de $1^{\circ} 20'$. Mais l'an 845, il trouva, par une observation de Menelaüs faite à Rome, la longitude de la même étoile à $15^{\circ} 55'$ du Scorpion, & sa latitude de $1^{\circ} 20'$, ce qui fait encore $3^{\circ} 55'$ en 391 ans, ou 1° en 100 ans.

Comme on ne peut douter que ces déterminations ne soient assujetties à des erreurs considérables, tant à cause de l'erreur de l'observation même qu'à cause de l'incertitude du lieu calculé de la lune, il est étrange qu'elles s'accordent avec une telle précision; & on ne peut s'empêcher de croire que Ptolémée a fait prêter le calcul de ses réductions, pour mettre plus d'accord dans ses résultats, & donner plus de confiance aux conséquences qu'il en tire sur la nature & la quantité du mouvement des fixes. Nous avons été bien aise de donner cet exemple d'un accord qui nous a déjà surpris (b); Ptolémée employoit certainement quelque tour de main pour parvenir à cette uniformité de résultats. Nous ne croyons pas cependant que les observations ni les calculs soient faux: ses contemporains auroient pu le convaincre de mensonge, quant aux observations qu'il citoit; nous-mêmes, nous pourrions le faire quant aux calculs, puisque nous avons les tables d'où ils sont tirés. Nous imaginerions plus volontiers qu'il a établi son résultat, comme nous le faisons aujourd'hui, par un milieu pris entre un grand nombre de déterminations; & que pour cacher le peu d'accord de ces déterminations, &

(a) *Almag. Lib. VII, c. 3.*

(b) *Suprà, p. 549.*

Leurs écarts, il n'a donné que celles qui se trouvoient conformes au résultat moyen de toutes les autres. Il nous semble que cette conjecture, qui est très-naturelle, peut justifier Ptolémée jusqu'à un certain point, rendre la confiance aux observations qu'il rapporte, & expliquer un accord, qui, autrement les rendoit suspectes.

§. XXV.

Le Catalogue des étoiles, contenu au VII^e livre de l'almageste, a 1028 étoiles, quoiqu'on dise communément qu'il n'en a que 1022. C'est le Catalogue d'Hypparque, réduit par Ptolémée à son tems, en augmentant leurs longitudes de 2° 40' (a). Le nombre des étoiles visibles à la vue simple, doit varier beaucoup, suivant les vues, & même en raison des précautions que l'on prend pour n'en point laisser échapper. Nous avons dit que, suivant Plin^e, on en comptoit 1600 dans les 72 constellations (b). Si l'on en croyoit les rabbins, ils en auroient trouvé 12000 (c). Les Chinois, sans télescopes, en ont compté jusqu'à 2500. Mæstlin, cité par Kepler, a connu un religieux, qui distinguoit 40 étoiles dans le Bouclier d'orion, tandis que d'autres en voyent à peine 11 ou 12. Mæstlin en voyoit distinctement 14 dans les pléiades, où l'on n'en voit communément que 6 ou 7 (d). Voilà sans doute pourquoi les uns ont dit que cette constellation étoit composée de 7 étoiles, les autres de 6, comme Ovide (e) :

Qua septem dici, sex tamen esse solent.

cette variation vient de la différence des vues.

Il n'étoit pas aisé de faire le dénombrement des étoiles, & d'être sûr de n'en point laisser échapper. Nous imaginons qu'Hypparque & Ptolémée avoient quelque instrument pour cela. Le P. Mabillon, dans son *voyage d'Allemagne* (f), dit qu'il a trouvé dans un ancien manuscrit une figure, où Ptolémée étoit représenté regardant les astres à travers un long tube. Ce manuscrit étoit du treizieme siècle, écrit de la main d'un moine nommé Conrad, quatre siècles avant l'invention des télescopes. On soupçonna qu'il les avoit connus (g); mais une si belle invention ne seroit pas restée

(a) *Almag. Lib. VII, c. 5.*

(b) *Suprà*, p. 482.

(c) Kepler, in *Dissertatione cum nuncio hæreo*, p. 23.

(d) Kepler, *Ibid.*

(e) Falles, *Lib. IV, v. 170.*

(f) Page 46.

(g) On a cru que Porta avoit parlé (*Mag. nat. Lib. 17, c. 11*) du tube de Ptolémée. Il est plus vraisemblable qu'il a eu en vue une espèce de lunette ou de miroir placé sur le phare d'Alexandrie par un Ptolémée, Roi

si long-tems inconnue & stérile. Il y a lieu de croire que le moine avoit copié cette figure dans quelque manuscrit plus ancien. On trouve de même à la Chine l'idée d'un long tube destiné à l'observation des astres (a). Nous pensons que l'un & l'autre ont servi à écarter les rayons latéraux, afin de voir un objet plus distinctement, & que Ptolémée & Hypparque employèrent cet instrument à compter les étoiles, & à les distinguer les unes des autres. C'étoit le moyen d'appercevoir les petites étoiles de la sixieme grandeur. On fait par expérience que ces tubes, fussent-ils même de papier, facilitent la vision (b). On trouve encore l'usage de ce tube dans le dixieme siecle. Gerbert, qui depuis fut Pape, s'étant retiré vers l'Empereur Othon III, son disciple vint à Magdebourg, où il fit une horloge, après avoir observé l'étoile polaire par le moyen d'un tube (c). Ce tube est très-remarquable. On a cru faussement qu'il y avoit des verres (d). Depuis que nous avons eu cette idée de l'usage des tubes, nous avons trouvé un passage de Geminus (e), qui paroît le confirmer : *Geminus dit, en parlant du mouvement journalier des étoiles dans des cercles : Quod verò circularem (mundus) faciat motum, ex eo manifestum est quod omnes stelle ex eodem loco orientur, & in eundem locum occidunt. Praterè etiam per dioptra omnes stelle spectata videntur circularem motum in totâ circumduclione dioptrorum.* Le dioptra inventé par Hypparque (f) étoit un angle formé par deux regles, & destiné à embrasser le diametre des astres pour le mesurer; ce n'est pas cet instrument que Geminus avoit en vue. On tire de ce passage deux conclusions importantes, l'une que les anciens se servoient de longs tubes pour regarder & compter les étoiles; *per dioptra omnes stelle spectata* : l'autre que ces tubes étoient attachés sans doute sur des armilles équatoriales, pour suivre le mouvement journalier des étoiles, *in totâ circumduclione dioptrorum* : le nom de ce long tuyau étoit dioptra; ce qui indique bien son objet, puisque ce mot en grec signifie voir à travers. Ce tuyau servoit peut-être aussi à l'observation des éclipses de lune.

§. XXVI.

Ces 1028 étoiles sont partagées, en 16 de la premiere grandeur, 46 de la

d'Egypte, au moyen duquel on voyoit les vaisseaux en mer à 60, ou même à 600 milles; mais tout cela est obscur, & n'a nulle autorité (Hist. Acad. Inscr. Tom. I, p. 111.)

(a) Hist. Astron. anc. p. 350.

(b) Transac. philos. ann. 1668, n^o 37 & 39.

(c) Hist. lit. de la France, T. VI, à la fin.

(d) Mém. Acad. Inscr. T. XX, p. 450.

(e) Geminus, C. X, *Uranologion*, p. 4^a.

(f) *Suprà*, p. 479.

Seconde, 208 de la troisième, 474 de la quatrième, 217 de la cinquième, 50 de la sixième, 9 obscures, 5 nébuleuses, sans compter la Chevelure de Bérénice, qui contenoit une étoile claire & deux obscures. Nous ne savons point ce que Ptolémée entendoit par ces étoiles obscures; mais il est assez singulier que les anciens aient pu distinguer ces 5 nébuleuses à la vue simple. Il faut remarquer qu'entre les nébuleuses il y en a de trois espèces: celles qui ont une apparence blanchâtre & lumineuse, semblable à la voie lactée; celles qui sont formées d'un amas d'étoiles; enfin celles qui sont mixtes & tiennent à l'une & à l'autre de ces espèces. Parmi les nébuleuses du catalogue de Ptolémée, il y en a deux qui sont des deux dernières espèces. La nébuleuse de l'Ecrevisse, depuis la découverte des lunettes, a été reconnue pour un amas d'étoiles. La nébuleuse d'Orion est un espace blanchâtre assez considérable, dans lequel on distingue 7 petites étoiles (a). Il est assez simple que ces deux nébuleuses aient été aperçues; la lumière des petites étoiles réunies les fait apercevoir; mais les trois autres sont étonnantes. La nébuleuse de Persée est marquée comme telle dans les catalogues d'Ulug-Beg, de Tycho & du prince de Hesse; mais on la retrouve, comme une simple étoile de la sixième ou septième grandeur, dans les catalogues d'Hévélius & de Flamsteed: diminuerait-elle, aurait-elle perdu sa nébulosité depuis Hypparque & Ptolémée, ou bien n'est-ce simplement qu'une erreur de leur vue? La nébuleuse marquée entre les informes du Scorpion, ne se trouve dans aucun autre catalogue, excepté dans celui d'Ulug-Beg. Dans le catalogue britannique, on trouve deux étoiles, qui sont à la pointe de la queue du Scorpion, marquées ν , l'une de la troisième, l'autre de la quatrième grandeur. On aura pris les deux étoiles réunies pour une nébuleuse, ou bien il faut que la nébuleuse ait disparu; mais la plus étonnante c'est la nébuleuse que Ptolémée marque comme double dans l'œil du Sagittaire, & qui l'est en effet dans le catalogue britannique. Ces nébuleuses y sont marquées de la cinquième & sixième grandeurs. Quelle étoit donc la transparence de l'air dans ces climats favorables à l'astronomie, transparence qui laissoit apercevoir à l'œil nud une nébuleuse de la sixième grandeur? Peut-être aussi ces nébuleuses étoient-elles alors plus grandes & plus visibles. M. de Mairan a soupçonné que ces changemens étoient possibles (b).

(a) Lalande *Astron. art.* 837.(b) *Aurore boréale*, p. 262.Mémoires de l'Académie des Sciences,
1759, p. 465.

§. XXVII.

DANS le nombre de ces 1028 étoiles, il y en a environ 106, qui ne sont point compris dans les constellations, & qui sont appelées informes. Ce sont de ces étoiles informes que les modernes ont composé les constellations qu'ils ont ajoutées aux constellations de Ptolémée. Une preuve des grands changemens que ces constellations avoient éprouvés au tems de cet astronôme, c'est que parmi les informes de son catalogue on trouve des étoiles de la troisième & de la seconde grandeur; Arcturus même, qui est de la première, n'est point comprise dans les étoiles du Bouvier, elle est au nombre des informes qui sont auprès, rien n'est moins naturel que cela. Les étoiles de la première grandeur, plus remarquables que toutes les autres, ont été l'origine des constellations; c'est autour d'elles qu'on a classé les étoiles (a). Mais le mouvement des étoiles en longitude ayant changé leur position à l'égard des colures, on a dessiné, comme on a pu, les constellations, d'après les anciennes descriptions; & l'envie de faire cadrer ces anciennes descriptions avec les nouvelles apparences, a fait changer les figures, & placer hors de ces figures une très-belle étoile, qui primitivement peut-être en occupoit le centre.

§. XXVIII.

QUANT à Ptolémée, il ne fit pas de grands changemens aux 49 constellations d'Hypparque; il les réduisit à 48. Dans l'hémisphère boréal il ne compta point la Chevelure de Bérénice, & il partagea la constellation du Cheval pour en faire deux, le grand & le petit Cheval. Ainsi il compta, comme Hypparque, 21 constellations boréales; il ne changea rien à celles du zodiaque. Dans l'hémisphère austral, il supprima celle qu'Hypparque avoit appelée le Fleuve qui sort du Verseau; il la réunit à la constellation du Verseau, & dans cette partie du ciel il n'en compte que 15, au lieu qu'Hypparque en avoit compté 16.

On dit que la Chevelure de Bérénice n'est point dans Ptolémée. Il est vrai qu'elle n'est point au nombre des constellations, entre lesquelles il divise le ciel; cependant elle est antérieure à cet astronôme (b). Ptolémée même en fait très-certainement mention. Il y a parmi les informes, qui sont autour du Lion, trois étoiles, dont une lumineuse & qu'il appela

(a) Astron. anc. p. 474.

(b) Suprà, p. 43 & 462.

ἑλίκωνος en grec, & *Cincinnus* en latin; il est clair que c'est de la Chevelure de Bérénice qu'il a voulu parler. Il n'a point nommé la Princesse; peut-être a-t-il cru que la Chevelure de Bérénice la désignoit assez: mais il n'en a pas fait une constellation séparée, sans égard pour la flatterie, qui avoit consacré dans le ciel le sacrifice que la Reine avoit fait de ses cheveux.

§. XXXIX.

PTOLÉMÉE, à l'imitation d'Hypparque (a), avoit construit un globe céleste (b), où il avoit placé les étoiles & les constellations. Le fond étoit peint d'une couleur obscure, semblable à celle du ciel de la nuit; les étoiles y étoient marquées par des couleurs relatives à leurs grandeurs, & les constellations par des nuances peu différentes du fond. On ne nous donne point les dimensions de ce globe; mais il y a apparence qu'il devoit être grand, sans quoi ce n'auroit été qu'une confusion, & les étoiles, ainsi classées par des couleurs, n'auroient pu être aisément distinguées. Il n'y a rien de remarquable, si ce n'est qu'il avoit établi le premier degré de la division de l'écliptique au point où répond la longitude de *Syrius*, parce que la rétrogradation des points équinoxiaux ne permettoit plus d'y rapporter le lieu des étoiles.

De tous les cercles de la sphere, il n'y avoit tracé sans doute que l'écliptique; car il dir qu'il n'avoit pas trouvé avantageux d'y marquer les points des équinoxes & des solstices, puisque les relations des étoiles à ces points changeoient continuellement; les colures n'y étoient donc point tracés. Il vouloit rendre l'usage de son globe éternel, il vouloit que les apparences en fussent immuables, comme celles du ciel étoilé. Mais on peut conjecturer de là qu'Hypparque & lui n'ont point regardé ce changement de la longitude des étoiles comme l'effet d'un mouvement qui leur étoit propre, mais comme l'effet de la rétrogradation des points équinoxiaux, quelle qu'en fût la cause inconnue; ce qui est vrai. Nous avons déjà dit quelque chose (c) que ceci peut confirmer.

Cependant Ptolémée, dans son catalogue, compte les longitudes de la section équinoxiale du printemps, ou du premier degré d'Ariès, en avertissant que pour les tems futurs, il faudra augmenter les longitudes à raison de 1° en 100 ans (d); d'où il semble, en quelque façon, fixer au 1° d'Ariès

(a) *Suprà*, p. 106.(b) *Almag. Lib. VIII*, c. 3.(c) *Suprà*, p. 109.(d) *Almag. Lib. VII*, c. 5.

le point d'où l'on doit compter les longitudes. Il est donc l'auteur de cet usage constamment suivi depuis lui par les astronomes.

§. XXX.

Il n'est pas douteux que Ptolémée n'ait connu quelques effets de la réfraction ; il n'est pas même le premier : cette connoissance étoit plus ancienne au moins de deux siècles. Nous avons fait voir que Possidonius & Cléomède en ont parlé (a). Kepler (b) pense que les anciens ont connu la réfraction sur plusieurs passages , & entr'autres , sur un passage de Martianus Capella ; le voici. *Sol enim in nullam (zodiaci) excedens partem , in medio libramento fertur , absque ipso libra confinio. Nam ibi se aut in austrum aquilonemve defleat ad dimidium ferè momentum* (c). Si *momentum* signifie ici degré , comme cela pourroit être , on ne peut mieux exprimer l'effet & la quantité de la réfraction ; à l'exception seulement qu'on ne conçoit pas trop comment le soleil étoit porté vers le midi. L'effet de la réfraction dans notre hémisphère le porte toujours vers le nord. Au reste , comme Martianus Capella est fort postérieur à Ptolémée , ce passage n'ôte rien à ce que nous attribuons à cet astronôme.

Ptolémée avoit composé un traité d'optique où cette doctrine étoit développée. C'est un passage de Roger Bacon , cité par M. de Montucla , qui le fait soupçonner. Bacon (d) , après avoir remarqué qu'on se trompoit » sur le lieu des astres vers l'horizon , après avoir même tenté de le prouver » par l'observation , ajoute ces mots ; *sic autem Ptolemaus in Lib. V de » opticis , & Alhazen in VII.* Celui-ci enseigne effectivement , dans l'endroit cité la même doctrine ; il explique de quelle manière on peut » s'en assurer par l'observation , & il donne pour cause de cette réfraction » la différence de transparence entre l'air qui nous environne immédiatement , & l'éther qui est au-delà (e) ». Il est certain que Ptolémée parle en plusieurs endroits de l'Almageste de la différence produite dans les observations , par les changemens de l'atmosphère (f) ; mais il y a apparence qu'il n'avoit en vue que les vapeurs qui s'élèvent dans l'air , & qui , en lui ôtant de sa transparence , laissoient voir plus difficilement les planètes & les étoiles le matin à l'horizon , au tems de leur apparition. Le passage de Bacon prouve que Ptolémée a connu la réfraction , qu'il en avoit peut-

(a) *Suprà* , p. 120 & 125.

(b) Kepler , *Paralip. ad Vitell.* p. 159.

(c) Mart. Capella , *Lib. VIII.*

(d) *Opus majus* , édit. 1733 , p. 79 & 399.

(e) Hist. des Mathém. Tome I , p. 308.

(f) *Almag. Lib. VIII. c. 6*

être détaillé les effets : mais nous ne pensons pas que la méthode de les déterminer par observation soit de lui , il n'auroit pas manqué de l'exposer dans son *Almageste* ; & il avoit trop de génie pour n'avoir pas vu tout de suite qu'il falloit corriger les distances au zenith observées , de l'effet de la réfraction , comme il les avoit corrigées de l'effet de la parallaxe.

§. XXXI.

PTOLÉMÉE est , selon l'opinion commune , le premier qui ait fait des tables du mouvement des planetes , par lesquelles on peut trouver leurs positions passées , présentes & futures. En exceptant les tables des Indiens , que nous croyons beaucoup plus anciennes , il est certain que celles du soleil , de la lune , & des cinq planetes , ainsi que les autres tables subsidiaires de l'*Almageste* sont les premières & les seules qui nous soient restées. M. Weidler loue Ptolémée d'avoir osé entreprendre ce grand ouvrage. C'est précisément parce que l'ouvrage est trop grand , que nous ne pouvons le lui attribuer en entier. Les premières entreprises ne sont pas si vastes ; on ne défriche une étendue de terre considérable que par des portions successives. Nous croyons que les tables du soleil & de la lune , comme nous l'avons déjà dit (a), sont d'Hypparque. Ptolémée compléta la théorie des planetes : cependant il faut faire attention que s'il est le premier qui ait réussi dans l'entreprise de représenter leurs mouvemens par des hypothèses , il n'est pas le premier qui l'ait tenté , ni le premier qui ait construit des tables ; il le dit lui-même (b). Mais ces tables , ni aucunes notions de leur construction ne nous sont parvenues.

§. XXXII.

SUIDAS (c) nous apprend que Ptolémée avoit laissé deux livres intitulés *des Apparences & des Significations* , c'est-à-dire , des levers & des couchers des étoiles , & de l'état de l'atmosphère qui doit les accompagner : Usserius (d) dit même en avoir vu quatre qu'on avoit décorés du nom de Ptolémée. L'un de ces deux livres est celui que le P. Petau a traduit & inséré dans son *Uranologion* (e). On a douté s'il étoit réellement de Ptolémée ; mais le P. Petau se décide , & , ce semble avec raison , pour l'affirmative (f). Le second

(a) *Suprà*, p. 471.(b) *Almag. Lib. IX*, c. 2.

(c) Au mot Ptolémée.

(d) *In Differ. de anno solari Maced.* &c.

Weidler , p. 181.

(e) P. 71.

(f) *Varia. dissertationes ad Uranologion*, p. 415.

n'existe plus, on est celui qui a été traduit en latin par Leonicus, & que l'on trouve aussi dans l'Uranologion (a).

Dans le premier les levers & les couchers des étoiles sont marqués relativement aux jours de l'année égyptienne fixe, commençant en automne, & pour différens climats. Ces climats y sont désignés par le nombre des heures du plus long jour. Le mot *hora*, qui est répété presque à chaque ligne, a paru au P. Petau une énigme qu'il laisse à deviner à ses lecteurs (b); elle n'étoit cependant pas difficile. On voit dans un scolie qui est à la fin, que Ptolémée a eu intention de marquer le parallèle, où les observations ont été faites; il ne pouvoit mieux le désigner que par l'heure du plus long jour, comme il avoit déjà fait dans la table des climats de l'Almageste (c). Ceci, suivant la remarque de M. Freret, est un exemple de ces distractions, qui empêchent les yeux les plus clairvoyans de voir les choses les plus faciles.

Les plus nombreuses de ces observations ont été faites sous le climat de 13 heures, qui est celui de Meroé; de $13^h \frac{1}{2}$, celui de Syene; de 14^h , celui d'Alexandrie; de $14^h \frac{1}{2}$, celui de Rhodes; enfin de 15^h , climat de la Grece & de l'Hellepont. Il y en a quelques-unes qui appartiennent au climat de $15^h \frac{1}{2}$, & 16 heures. Ce dernier est celui de l'embouchure du Boristhène, ou celui de l'Asie septentrionale, où nous soupçonnons que l'astronomie a été très-anciennement cultivée (d).

§. XXXIII.

Il faut remarquer que Ptolémée, dans la table des climats de son Almageste, les désigne aussi par leur latitude, ce qu'il n'a point fait ici, sans doute parce que les astronomes, dont il rapporte les observations, n'avoient indiqué les climats que par le nombre des heures. Il paroît même que ces astronomes y sont cités, plutôt comme auteurs & garans des pronostics attachés aux apparences des étoiles, que comme observateurs de ces apparences. Ces astronomes sont en grand nombre; Dosithee qui observa à Colones; Philippe dans le Péloponèse & dans la Locride; Calippe vers l'Hellepont; Méton à Athenes, dans les Cyclades, la Macédoine & la Thrace; Conon & Métrodore en Italie; Hypparque en Bithynie; Métrodore dans la Macédoine & la Thrace. D'où il résulte, selon nous, que ces

(a) P. 92.

(b) *Varia Dissertationes*, p. 417.

(c) Freret, *Défense de la chronol.* p. 414.

(d) *Astron. anc.* Liv. IV.

différens auteurs avoient composé chacun des calendriers pour les lieux où ils ont observé : ils y annonçoient les vents , les pluies , le froid & les autres variations , qui devoient accompagner le lever & le coucher de certaines étoiles , suivant les remarques qu'ils avoient eu occasion de faire. Ptolémée a calculé ensuite pour chaque jour de l'année , & d'après les positions de son catalogue des fixes , les levers & les couchers des 30 plus belles étoiles du ciel pour les cinq climats depuis 13 jusqu'à 16 heures , ou depuis Meroé jusqu'à l'embouchure du Boristhène ; il a recueilli de ces astronomes les prédictions jointes aux phénomènes ; c'est pour cela seul qu'il les a cités. En voici un exemple ; après avoir dit que pour le climat de 13^h, l'Épi de la Vierge se leve le 7 Octobre , il ajoute pour le lendemain *Spica oriens Democrito tempestatem excitat*. Cela ne veut-il pas dire simplement , que , selon Démocrite , il arrive un ouragan le lendemain du lever de l'Épi de la Vierge.

Remarquons qu'aucun des astronomes dont nous venons de parler , n'a observé dans un climat plus boréal que l'Helléspont , que les prédictions , qui peuvent accompagner les apparences des étoiles pour les climats de 15^h $\frac{1}{2}$ & 16^h, sont sans noms d'auteur ; & l'on conviendra que ce n'est pas sans raison , si nous avons attribué ces observations à une astronomie plus ancienne que les Grecs , & à celle qui sortie peut être de la Tartarie septentrionale & des environs de Selingskoi , a répandu les élémens de cette science dans l'Asie (a).

§. XXXIV.

Le second calendrier de Ptolémée , celui qui a été traduit par Leonicus , paroît avoir été formé d'une manière toute différente , il est disposé suivant l'ordre de l'année & des mois romains , commençant en Janvier. C'est une compilation des anciens calendriers ; car on y remarque les mêmes équinoxes & les mêmes solstices à des jours différens. Les couchers & les levers des mêmes étoiles y sont répétés aussi plusieurs fois , mais sans indiquer les climats. On y trouve plusieurs levers , qui ne peuvent être regardés que comme des fragmens de très-anciens calendriers , faits du tems de Chiron , & même bien avant lui , dans l'Égypte , dans l'Orient , comme nous l'avons déjà dit (b) , & apportés dans la Grece par les pre-

(a) Astron. anc. p. 100.

(b) Ibid. p. 11 & 454.

mieres colonies qui vinrent s'y établir avec Inachus, Cecrops, Danaüs & Cadmus (a).

Si ce calendrier est en effet de Ptolémée, on ne voit pas trop par quelle raison il a fait cette compilation. Les anciens, tels que Chiron, Eudoxe, Méton, &c. ignorant le mouvement des fixes, pouvoient regarder les différences entre les levers observés par différens astronomes, comme des erreurs d'observation, & les rapporter tous, dans la crainte de mal choisir. Mais Ptolémée connoissoit la différence des siècles & des climats sur le tems du lever & du coucher des étoiles; il en avertit lui-même (b): pourquoi donc n'a-t-il distingué ni les uns ni les autres?

§. XXXV.

ON attribue encore à Ptolémée un ouvrage intitulé en grec τετραβιβλιον, ou en latin *quadripartitus*. Ces quatre livres ne sont que des regles d'astrologie, ou l'art de prédire l'avenir au moyen des différens aspects, tant des planetes que des étoiles, qui changent de vertus & d'influences en changeant de configurations; on y trouve la destinée des particuliers comme celle des empires. On doute que cet ouvrage soit de Ptolémée; Gauric n'ose affirmer qu'il en soit l'auteur (c). Gassendi & le P. de Challes (d) le regardent comme indigne de ce grand homme. Nous croyons qu'il est difficile de décider la chose. Il est vrai que Ptolémée n'a point infecté son *Almageste* des erreurs de l'astrologie; il ne dit pas un mot qui puisse y être rapporté: mais il semble que vivant dans un pays où elle régnoit, où elle étoit associée à l'astronomie, il est difficile qu'il s'en soit préservé. Ce τετραβιβλιον, ainsi que l'*Almageste*, est adressé au même personnage, nommé Syre ou Syrus, ce qui dénote qu'ils partent tous deux de la même main. Il a peut-être seulement séparé les deux sciences, comme il avoit fait de la géographie qu'il a traitée à part, & dont il ne parle pas plus dans l'*Almageste* que de l'astrologie. On ne doute cependant point que la géographie ne soit de lui.

Les autres ouvrages de Ptolémée sont 1°. un recueil de centons ou aphorismes astrologiques, publiés en 1535 par Joach. Camerarius. Cardan,

(a) Freret, Défense de la chronol. p. 485.

(b) *Almag. Lib. VIII, c. 6.*

(c) *In Prefat. Almag.*

(d) Gassendi, in *Philos. Epicur.* T. II, p. 501.

De Challes, *Cours de Math.* T. I, p. 106.

Argolus & quelques autres ont cru que cet ouvrage n'étoit point de Ptolémée, mais de Hermès Trifmegiste ; 2°. un planisphere imprimé à Venise en 1558, avec le commentaire de Frédéric Commandin. Ce planisphere est une projection de la sphere sur le plan de l'équateur ; cette projection semble être une invention de Ptolémée. Les anciens avoient eu des armilles, ou astrolabes, qui représentoient tous les cercles de la sphere, dans le même ordre que dans le ciel. Hypparque avoit fait un globe céleste plein, où les constellations étoient représentées. Ptolémée imagina de réduire la sphere sur un plan ; il plaça l'œil au pôle, & en tirant à chaque point des cercles de la sphere, ou à chaque étoile des constellations, un rayon visuel prolongé, jusqu'à ce qu'il rencontrât l'équateur, ce rayon marqua sur ce plan le lieu de l'objet. Il eut ainsi sur un plan la représentation du ciel, à la vérité, un peu déformée. Un tableau est un plan de projection placé entre l'œil & l'objet, où chaque rayon mené de l'objet à l'œil, marque sa place en y passant. Ici le plan de projection est, par rapport à l'œil, au-delà de l'objet. Nous avons vu que l'évêque Synesius (a) fait honneur de cette invention à Hypparque ; mais nous ignorons sur quelle autorité. Le planisphere de Ptolémée, ou du moins son traité nous est resté, & cette espece de projection porte encore son nom : 3°. le traité de l'Analemme : 4°. des hypothèses des planetes : 5°. Chronologie des Rois Assyriens, Medes, Persans, Grecs & Romains, depuis Nabonassar : 6°. un grand ouvrage sur la musique en trois livres.

§. XXXVI

L'ALMAGESTE, traduit en latin, fut imprimé pour la première fois à Venise en 1515 sous la conduite de P. Lichtenstein ; le traducteur est inconnu. La traduction latine de George de Trébisonde fut imprimée aussi à Venise en 1527.

Le texte grec parut à Basle en 1538 par les soins de Simon Geyncæus ; qui fit usage d'un manuscrit qui avoit appartenu à Regiomontanus.

Toutes les œuvres de Ptolémée, la géographie exceptée, parurent à Basle en 1541.

Le premier livre de l'Almageste fut imprimé en grec à Virmberg en 1549 par E. Reinhold, avec une version & des notes.

(a) *Suprà*, p. 107.

Schrekenfuchsius donna une nouvelle édition latine de toutes les œuvres de Ptolémée, la Géographie exceptée, à Basse en 1551.

Jean-Baptiste Porta traduisit le second livre de l'Almageste. Cet ouvrage fut imprimé à Naples en 1505.

§. XXXVII.

Nous ne quitterons point Ptolémée sans essayer de le justifier d'une inculpation assez grande. Quelques astronomes ont été persuadés que Ptolémée n'étoit point observateur ; nous ignorons quelle preuve on pourroit donner d'un pareil soupçon. Il a puisé dans les écrits d'Hypparque & de ceux qui l'ont précédé, sans qu'on doive conclure qu'il n'a point fait les observations dont il se dit l'auteur. Pense-t-on que ces observations soient imaginaires ? Mais alors comment auroit-il rencontré si juste la plupart des élémens de la théorie des planetes (a) ? Pense-t-on que ces observations seulement ne soient pas de lui : mais alors pourquoi n'en a-t-il pas usé de même dans d'autres cas ? Par exemple, la détermination de la quantité du mouvement des fixes est fondée sur des observations de Ménélaüs & d'Agrippa, s'il y avoit quelque occasion où il dût être tenté de s'attribuer les observations d'autrui, ce devoit être celle-là. Cette détermination étoit naturelle & importante ; il ne l'a cependant pas fait. Ptolémée n'a pu, ni dû supposer aucune observation. Nous croyons bien qu'il a usé de finesse, en ne donnant des observations qu'il a faites, que celles qui s'accordoient avec le résultat moyen de toutes les autres. Cette adresse, que nous n'approuvons pas, n'est cependant point un crime ; d'ailleurs pourquoi n'auroit-il pas fait les observations des planetes qu'il s'attribue ? Il y a cent fois plus de mérite à avoir imaginé ses hypothèses, quelque défectueuses qu'elles soient, à avoir conçu l'idée de l'Almageste, dépôt de toutes les connoissances astronomiques, que d'avoir fait le plus grand nombre d'observations. Ptolémée n'ignoroit pas qu'il laissoit un trésor à la postérité, quoique peut-être il ne prévît pas que ce livre perpétueroit l'astronomie jusqu'à Copernic, & feroit seul l'étude de quatorze siècles.

§. XXXVIII.

Plusieurs habiles astronomes ont élevé des doutes sur l'exactitude de ses observations. » La quantité du mouvement de l'apogée du soleil, qui

(a) *Suprà*, p. 549, 554.

» résulte des observations de Waltherus, dit M. Cassini (a), s'accorde plus
 » exactement aux observations d'Hypparque qu'à celles de Ptolémée, qui
 » dans la détermination de l'apogée du soleil, aussi bien que dans celle de
 » l'obliquité de l'écliptique, semble n'avoir pas osé s'écarter de ce qui avoit
 » été déterminé par Hypparque.

» Kepler, (b) dit-il ailleurs (c), dans l'examen des observations de Mars,
 » faites par Ptolémée, fait voir que l'on ne peut pas compter tout-à-fait
 » sur leur exactitude; il juge même par la méthode dont il s'est servi pour
 » déterminer la situation des étoiles fixes, qu'elles étoient alors plus avancées
 » de 30' qu'il ne les a marquées.

Nous avons dit nous-mêmes (d) que le lieu des étoiles, déterminé par la lune, ne pouvoit pas être fort exact; mais c'est le défaut de la méthode & des instrumens; & de ce que cet astronôme n'a pas fait aussi bien qu'on a fait depuis lui, en s'aidant de ses travaux avec des inventions nouvelles & des instrumens perfectionnés, s'ensuit-il qu'il n'ait pas été observateur, & qu'il n'ait pu parvenir à déterminer la position d'aucune étoile fixe.

§. XXXIX.

Les instrumens de l'école d'Alexandrie, du téms d'Hypparque & de Ptolémée, & après eux, furent ceux que nous avons décrits dans le second livre de cette histoire : le dioptra (fig. 23), inventé par Hypparque, & destiné à mesurer les diamètres; il étoit formé de deux regles, qui, mobiles sur une troisième, pouvoient être rapprochées pour embrasser les deux extrémités du diamètre (e); le triquétion (fig. 42), ou les regles parallactiques, imaginées par Ptolémée pour la mesure des parallaxes.

Il y avoit encore l'astrolabe de Ptolémée, qui a servi depuis de modele à tous les astrolabes. Cet instrument étoit un cercle de cuivre (fig. 36), d'une médiocre grandeur, selon Ptolémée, divisé en 360°, & chacun de ces degrés en autant de parties qu'il étoit possible. Intérieurement à ce premier cercle étoit adapté un second cercle, placé dans le même plan & mobile. Sur la circonférence de ce dernier étoient adaptés deux petits cylindres égaux, placés aux deux extrémités d'un de ses diamètres. Le tout étoit porté sur un pied, & placé verticalement au moyen d'un fil à plomb. Le point d'où

(a) Elémens d'Astron. p. 196.

(b) *In Stellâ Martis*, caput LXIX, pag. 326.

(c) Elémens d'Astron. p. 467.

(d) *Suprà*, p. 553.

(e) *Suprà*, p. 99.

partoit ce fil déterminoit le zenith de cet instrument. Au moyen d'une ligne méridienne, on plaçoit cet instrument dans le plan du méridien, & lorsqu'on vouloit observer la distance du soleil au zenith, on faisoit mouvoir le cercle intérieur de maniere que l'ombre du petit cylindre supérieur tombât exactement sur le cylindre inférieur. Le cercle intérieur portoit un *index*, qui marquoit sur les divisions du cercle extérieur les degrés de la distance du soleil au zenith.

§. XL.

PROLÉMÉE décrit un second instrument (*fig. 37*) formé d'une pierre, ou d'une piece de bois quadrangulaire; de l'un des angles sur une des faces bien unies, il décrit un quart de cercle, en prenant le sommet de cet angle pour centre; à ce point central, il adapte un petit cylindre, qui sert de gnomon, & perpendiculairement au-dessous, il ajoute un second petit cylindre, dont on ne conçoit pas trop l'usage, à moins qu'il ne serve de ligne de foi, comme nous le dirons tout-à-l'heure. Le quart de cercle est divisé en degrés & en parties de degré. Cet instrument étant dirigé dans le sens du méridien, l'ombre du cylindre supérieur marque sur les divisions du quart de cercle la distance du soleil au zenith *B'D*. On plaçoit l'instrument de niveau par le moyen d'un fil à plomb *A F*, qui devoit être tangent aux deux petits cylindres; & c'étoit là l'usage du cylindre inférieur, qui ne servoit qu'à marquer la ligne de foi; à moins qu'on ne supposât que ce second cylindre étoit mobile le long de l'arc de cercle, & qu'il servoit à recevoir l'ombre du cylindre supérieur, comme dans le premier instrument que nous avons décrit; mais Ptolémée ni Théon ne le disent point (*a*).

N'oublions pas de remarquer encore que Théon dit expressément qu'on donnoit à cet instrument une position horizontale par le moyen d'un niveau d'eau *N* (*b*).

Cet instrument est le modele de nos quarts de cercle. On avoit commencé par se servir de cercles entiers, pour embrasser toute l'étendue des cercles célestes. Mais quand on eut reconnu que l'équateur & l'écliptique étoient partagés en quatre parties, par les points des équinoxes & des solstices, que les cercles qui passaient par les pôles étoient coupés en deux par ces points, & encore en deux parties par l'équateur ou l'écliptique, on

(*a*) Voyez Ptolémée, *Lib. I*, c. 11 & le Comment. de Théon.

(*b*) Commentaire de Théon, *Lib. I*, cap. 2.

vit qu'un quart de la circonférence du cercle suffisoit à toutes les mesures célestes : peut-être les regles parallaxiques de Ptolémée y conduisirent-elles aussi. Remarquons qu'on voit dans la Table Iſiaque la figure d'un quart de cercle dessinée & plusieurs fois répétée ; il est porté sur une colonne, & l'on y voit des lignes tracées, qui ressembleroient presque à des transversales. Voyez cette Table dans Pignorius & dans Kirker.

§. XL I.

Après Ptolémée, on trouve dans l'école d'Alexandrie Hypſicle d'Alexandrie, disciple d'Isidore, qui est inconnu. Il fleurit sous les Antonins, & composa un livre de *ascensionibus*, qu'Erasme Bartholin a fait imprimer, en grec à Paris, en 1657, avec la traduction latine de Jac. Mentelius. L'école d'Alexandrie possédoit un manuscrit appelé *μικρὸς, ἀστρονομία* ou *κρὸν μὲναιος*. Pappus (a) fait mention de ce manuscrit qui contenoit les traités suivans : 1°. *Theodosii sphericorum libri III* ; 2°. *Euclidis data, optica, catoptrica & phenomena* ; 3°. *Theodosii de habitationibus, item de diebus & noctibus libri II* ; 4°. *Autolici liber de spherâ, & de ortu & occasu stellarum inerrantium* ; 5°. *Aristarchi Samii liber de magnitudinibus & distantis solis & luna* ; 6°. *Hypſiclis liber de ascensionibus* ; 7°. *Menelai sphericorum libri III*. Fabricius (b) avertit que ces différens traités se trouvent réunis en manuscrit dans quelques bibliothèques ; on les a aussi traduits en arabe par Thebith (c). Les Arabes les appeloient traités intermédiaires ; sans doute entre les *Elémens* d'Euclide & l'*Almageste*. Si l'on ajoute ces deux ouvrages à ce recueil, on aura la somme des connoissances du second siècle de l'ère chrétienne,

§. XL I I.

Au troisième siècle fleurirent Porphyre & Cenforin. Le premier, philosophe platonicien, vécut sous le regne d'Aurelien. Suidas (d) nous apprend qu'il composa une introduction à l'astronomie. M. Weidler (e) pense que c'est le même ouvrage qui est imprimé avec le *Tetrabiblos* de Ptolémée dans l'édition de Basse en 1569 par Jérôme Volfius ; mais Volfius prétend qu'il n'est point de Porphyre. Cenforin, dans son livre de *die natali*, nous a conservé de précieux restes de l'antiquité sur les jours, les mois & les

(a) *Collec. mathemat. Lib. VI.*(b) *Bibliotheca græca, Lib. III, cap.*

5, 12.

(c) Weidler, p. 186.

(d) *In Lexicon.*(e) Weidler, *ibid.*

les années des anciens, & particulièrement sur ce qu'on appelloit la grande année. Nous l'avons cité souvent dans le cours de cet ouvrage.

§. XLIII.

Vers l'an 280. fleurit Anatolius d'Alexandrie, qui après Eusebe fut Evêque de Laodicée; il fut célèbre par la littérature, l'éloquence & la philosophie. Instruit des mathématiques & de l'astronomie, il fut choisi pour chef de l'école péripatéticienne à Alexandrie. C'est lui qui proposa de faire usage de la période de Méton pour régler la pâque. Quoique Eusebe, S. Cyrille, Victor, évêque de Capoue, & Denis le Petit aient réformé depuis le cycle Pascal, l'honneur de cette application appartient à Anatolius. Bucherius a traduit & fait imprimer l'ouvrage de cet évêque, intitulé *de pascalibus Canonibus*. On a encore quelques autres fragmens d'Anatolius, que Fabricius a insérés dans sa Bibliothèque grecque (a).

Pendant ce tems, Septime Severe à Rome favorisa l'astronomie; quoiqu'unie à l'astrologie (b). Alexandre Sévere protégea, pensionna les mathématiciens, & leur donna des chaires publiques (c); mais l'astrologie en ayant abusé, Dioclétien & Maximien défendirent, par un édit rigoureux, l'art de prédire l'avenir, confondu alors avec les mathématiques; ce qui fut confirmé par Constance & Constantin (d).

§. XLIV.

JULIUS FIRMICUS MATERNUS, sous le regne de Constantin, nous a laissé un ouvrage en huit livres, intitulé *Astronomicon poëticum*; mais c'est un ouvrage purement astrologique, & qui ne mérite aucune attention. Il a été imprimé à Venise en 1499, dans un recueil avec Aratus, Manilius, Proclus, &c. Ces recueils ont été formés & imprimés plusieurs fois. Nicolas Prakner, astrologue comme Firmicus, a, selon M. Weidler, publié cet ouvrage en 1551, avec quelques autres opuscules de même genre de Ptolémée & des Arabes. Firmicus étoit de Sicile; il fut d'abord payen & finit par être chrétien (e).

Théon le jeune, surnommé le Philosophe par Suidas, étudia dans l'école

(a) Lib. III, 2, p. 275.

(b) Aelius Spart. in vitâ Septim. Sever. ap. III.

(c) Aelius Lamp. in vitâ Alex. Sev. c. 27, 44.

(d) In Cod. Justin. Lib. IX, tit. 18.

(e) Weidler, p. 188.

d'Alexandrie. Il y a apparence qu'il fut observateur ; il rapporte lui-même son observation d'une éclipse de soleil , arrivée l'an 365 (a). Il est plus connu par le Commentaire qu'il fit sur l'Almageste , pour en faciliter la lecture. Camerarius a publié en 1538 ce Commentaire avec le texte grec de Ptolémée. Le cardinal Bessarion , célèbre par son goût pour la littérature , disoit qu'il faisoit plus de cas de ce Commentaire que d'une province (b). On attribue à Théon les notes sur Aratus (c). On pense cependant qu'elles ne sont pas de lui seul , mais de plusieurs écrivains , qui portoient le même nom , parce qu'elles renferment beaucoup de répétitions , & même des sentimens contraires. Cette rencontre de plusieurs Théons à faire des notes sur le même ouvrage seroit plus extraordinaire que de voir le même homme floter entre des opinions opposées.

Riccioli (d) lui attribue deux ouvrages , l'un du lever de la canicule , l'autre du petit astrolabe.

§. XLV.

AMMIEN MARCELLIN (e) témoigne que dans le quatrième siècle d'astronomie étoit en honneur à Alexandrie , & que cette ville renfermoit un grand nombre de savans ; nous avons cependant de la peine à le croire. s'il y avoit eu alors tant de savans illustres , leurs noms & quelques uns de leurs ouvrages nous seroient parvenus. Nous croyons qu'il en fut de ce siècle à Alexandrie , comme de tous ceux qui partout ont succédé aux siècles brillans. La gloire des grands hommes qui ne sont plus , excite à les suivre un grand nombre d'esprits médiocres ; mais la force leur manque , & leur nom périt avec eux. A peine y en a-t-il un comme celui de Théon , qui échappe à l'oubli. La célébrité d'Alexandrie étoit celle d'une gloire passée ; le génie y étoit épuisé , & les progrès de l'astronomie attendoient les Arabes.

L'historien que nous avons cité , a conservé les opinions des Philosophes d'Alexandrie de ce siècle sur les comètes. On voit qu'ils avoient recueilli indistinctement toutes les opinions , proposées dans les différens siècles. Les uns pensoient que la lumière étendue des comètes étoit formée par la lumière de plusieurs étoiles réunies ; les autres qu'elles naissent des

(a) *Comment. Theon. in Almag.* p. 334 , édit. 1538.

(b) *Camerarius in Pref.*

(c) Weidler , p. 189.

(d) Riccioli , *Almag.* Tom. I , pag. XLV.

(e) *Hist. Lib. XXII.*

Weidler , p. 189 , in not.

exhalaïsons seches de la terre , qui s'enflammoient & s'élevoient peu à peu dans l'éther : quelques-uns , que c'étoit la lumiere du soleil répandue partout , même pendant la nuit , qui nous étoit renvoyée par quelque nuage épais ; quelques autres disoient qu'une nuée s'élevant plus haut qu'à l'ordinaire , pouvoit briller ainsi , éclairée par la proximité du feu éthéré , & supérieur : enfin les derniers , & sans doute le petit nombre regardoient les comètes comme des astres semblables aux planètes , dont le cours est inconnu. Opinions chaldéennes , égyptiennes , grecques , tout est ici réuni. Ce que nous en devons conclure , c'est que le grand nombre partagé en différentes opinions , se réunissoit à placer les comètes au rang des météores ; & ce fait joint au silence de Ptolémée sur ces astres , prouve démonstrativement que lui-même les regardoit comme des feux sublunaires. Car il est naturel de penser que les sentimens d'Hypparque & de Ptolémée influoient sur ceux de la multitude. La saine opinion sur la nature des comètes s'y étoit conservée à la maniere des préjugés ; on n'étoit pas en état de l'apprécier , on la confondoit avec toutes les autres.

§. XLVI.

PAULUS d'Alexandrie composa des élémens de la science des prédictions ; ouvrage qui a été traduit en latin , dans un tems où l'on cherchoit la connoissance de l'avenir dans tous les restes de l'antiquité. Il ne traite que par occasion de l'astronomie , des stations des planètes , expliquées comme dans Ptolémée ; aussi cet ouvrage & ses pareils sont-ils oubliés , comme ils méritent de l'être. Il a été cependant imprimé à Virtemberg en 1588 (a).

Pappus d'Alexandrie fut un des commentateurs de Ptolémée (b) ; mais cet ouvrage est perdu : un fragment sur le cinquieme livre est inséré dans le commentaire de Théon (c). Ce Géometre a commenté aussi le traité d'Aristarque de *magnitudinibus & distantibus solis & luna* (d). On voit , suivant la remarque que nous avons faite précédemment , que l'école d'Alexandrie n'avoit plus que des commentateurs. Pappus doit cependant être distingué de la foule ; il a rendu un service essentiel aux sciences , en composant ses collections mathématiques. Ce sont des restes précieux

(a) Weidler , p. 190.

(b) Suidas , in *Lexicon*.Comm. *Eutoc. Œuv. de Wal. T. III*, p. 549.

(c) P. 231 , 236.

(d) Œuvres de Wallis , Tome III , page 569.

de l'antiquité ; on y retrouve les inventions , & même l'esprit des géometres anciens.

M. Weidler fait mention (a) d'un Consul , nommé Théodore Manlius , qui avoit écrit un ouvrage intitulé *de naturâ rerum & de astris* , qui n'est connu que par l'éloge qu'en fait Claudien dans le panégyrique dédié à ce Consul (b).

Le même historien place ici , c'est-à-dire , au quatrième siècle , Achilles Tatius , de qui nous avons des élémens d'astronomie , sous le titre d'*introduction aux phénomènes d'Aratus*. On doute cependant si Achilles Tatius n'a point précédé Julius Firmicus , qui semble en faire mention (c) ; ce qui nous paroît fort vraisemblable. Au reste cette date n'est point importante ; un siècle de plus ou de moins n'a rien d'intéressant sur l'époque des auteurs qui expliquent les ouvrages des autres. Ce n'est pas que le traité d' Achilles Tatius ne soit utile , nous l'avons cité plusieurs fois ; il y traite du monde , du ciel , des étoiles & des planetes ; de leurs levers & de leurs couchers , de la division de la sphere céleste , de la grande année , &c. Il a été traduit en latin par le P. Petau (d). Achilles Tatius se fit chrétien & fut Evêque d'Alexandrie. C'est par erreur , ou par quelque faute d'impression , que Riccioli le place en 890 (e).

§. XLVII.

Au cinquième siècle , Sinesius , Evêque de Ptolémaïde , fut disciple d'Hipatia , fille de Théon. On a de lui un discours à Péonius , qui accompagnoit le don d'un astrolabe , ou planisphere de son invention. L'ouvrage où il décrivoit cet astrolabe est perdu. Ce planisphere , selon les apparences , étoit fait en grand , & suivant les regles de la projection. Nous présumons que l'œil étoit placé au pôle , de ce qu'on dit que les cercles qui passent par les pôles & par les points solstitiaux sont des lignes droites (f). Dans le planisphere d'Hypparque , dont nous avons parlé (g) , si l'on s'en rapporte à un passage de l'épître de Sinesius , on s'étoit contenté de marquer les seize étoiles de la première grandeur , qui servoient à connoître l'heure de la nuit ; dans celui-ci on avoit marqué jusqu'aux étoiles de la sixième grandeur.

(a) P. 191.

(b) Claudianus , in *Panegyrico*.

(c) *Lib. IV*, c. 10.

(d) *Uranologion*.

(e) *Almag.* Tom. I, p. XXVIII.

(f) *Epître de Sinesius*.

Weiter , p. 124.

(g) *Suprà*, p. 106.

On trouve encore dans ce siècle Rufus Festus Avienus , qui traduit en vers latins le poëme d'Aratus , auquel il a ajouté bien des choses dont Aratus n'avoit point parlé , & qu'il a tirées de l'interprétation de Germanicus & des Scholiastes grecs. Cet ouvrage est inséré dans la collection des interprètes latins d'Aratus , dont Théon Gramineus fut l'éditeur en 1559^(a), & dans beaucoup d'autres semblables. Macrobe , écrivain célèbre par ses *saturnales* & son *Commentaire sur le songe de Scipion* ; ses ouvrages renferment quelques connoissances astronomiques que nous avons extraites dans celui-ci.

Martianus Capella , Carthaginois , nous a été également utile par son livre de *Nuptiis Philologia & Mercurii*. Le sixieme & le septieme livres roulent sur l'arithmétique & la géométrie , le huitieme sur l'astronomie. Il y traite du monde en général , des cercles de la sphere , des pôles , des solstices , des constellations , du lever & du coucher des étoiles , des planetes , &c. Il y enseigne que Mercure & Vénus se meuvent autour du Soleil ^(b). Ce qu'il y a de singulier , c'est qu'un peu plus haut ^(c) il assure que dans tout ce qu'il dit il a suivi Eratosthènes , Hypparque & Ptolémée ; ce qui confirme notre soupçon ^(d) , que le silence de Ptolémée pouvoit être volontaire. Martianus Capella n'a pas toujours bien entendu ces astronomes , quoiqu'il les ait suivis , car il est tombé dans quelques erreurs , même relativement à son tems ; elles ont été relevées par Riccioli ^(e).

§. XLVIII.

PROCLUS , surnommé Diadochus , philosophe platonicien , disciple & successeur de Sirianus à l'école d'Athenes , a composé plusieurs ouvrages de grammaire , de philosophie , de mathématiques ; il a fait un traité de *spheris & de circulis cœlestibus* , qui n'est qu'un abrégé des élémens de Geminus. Il a été imprimé seul en grec & en latin à Strasbourg en 1539 & 1611 , & dans des recueils en 1547, 1549, 1589. Il a fait un autre ouvrage intitulé *Hypothyposis astronomicarum positionum* , qui se trouve à la suite de l'édition de l'Almageste de 1551. Il y donne la description & l'usage de quelques instrumens de l'ancienne astronomie. Nous en avons profité ; mais l'on a vu qu'à l'égard des clepsidres , Vitruve nous avoit laissé des

(a) Weidler , p. 194.

(b) In *nuptiis Philolog. & Merc.* , pag. 289, 297.

(c) *Ibid.* p. 274.

(d) *Suprà* , p. 196.

(e) *Almag.* T. I, p. 503.

détails beaucoup plus intéressans. Dans son Commentaire sur le premier livre d'Euclide (a), il nous apprend comment l'astrologie ou l'astronomie étoit alors divisée. La première partie étoit la gnomonique, qui avoit pour objet la division des heures & l'érection des gnomons : la seconde, la météoroscopique, qui traitoit des différences des hauteurs des astres, de leurs aspects, & qui renfermoit différens théorèmes astrologiques : enfin la troisième, la dioptrique, qui enseignoit à déterminer les distances du soleil, de la lune & des planètes, au moyen de l'instrument de ce nom. Le mot dioptrique vient de *δια*, qui signifie à travers, & *σκοπεω*, qui signifie voir. Les modernes ont réservé ce nom pour la partie de l'optique, qui traite de la vision à travers les verres.

Riccioli pense (b) qu'il faut distinguer deux Proclus, l'un sous l'an 84, l'autre postérieur à Ptolémée, & florissant vers 514 ; il s'ensuivroit que les ouvrages dont nous venons de parler, appartiennent en partie à l'un & à l'autre : mais la critique & la séparation en seroient difficiles, peut-être impossible, & les ouvrages n'en valent pas la peine.

On peut douter s'il n'y a pas eu des choses intercalées dans les Hypothèses de Proclus. 1°. Il se cite lui-même, p. 379 & 397 ; 2°. il paroît citer Alfergan, qui est bien postérieur ; d'ailleurs il semble parler, p. 388, de ce mouvement libratoire, imaginé, dit-on par Thebith. Mais cette dernière preuve ne seroit pas suffisante, parce qu'il seroit possible que cette invention attribuée à Thebith, fût plus ancienne que lui.

§. XLIX.

THIUS, qui vivoit vers l'an 500, fut vraiment astronôme. Bouillaud (c) a extrait d'un manuscrit de la bibliothèque du Roi sept observations, les seules qui existent entre les observations de Ptolémée & celles d'Albatégnius. Elles sont utiles pour la recherche des moyens mouvemens des planètes. Il est fâcheux que nous n'ayons pas plus de notions de ses travaux & de ses observations.

Laurentius, qui vivoit sous Justinien, n'est connu que par le témoignage que lui rend Suidas (d) d'avoir composé un ouvrage sur les mois & sur les prodiges ou présages. Il semble que l'Empereur Léon fasse aussi mention de quelques observations de lui (e).

(a) Page 12, édit. de 1533.

(c) *Astron. Philol. in Prolegom.* p. 6.(b) Riccioli, *Almag.* Tom. I, pag.(d) *In Lexicon.*

XLII.

(e) *In Tatticorum Epilogo.*

Aurelius Cassiodore fleurit sous l'Empereur Anastase & sous Théodoric ; Roi des Goths ; d'abord gouverneur de Sicile ; ensuite chancelier , il devint enfin moine & savant. Il a écrit sur les quatre sciences , de l'arithmétique de la musique , de la géométrie & de l'astronomie. Il n'a écrit que des choses très-générales & très-abrégées ; toute l'astronomie tient dans deux pages. Ce qu'il y a de plus remarquable , c'est qu'il y condamne l'astrologie comme contraire à la religion & à la raison. Il a donné aussi des méthodes pour quelques calculs relatifs au comput ecclésiastique , tels que ceux de trouver l'épacte pour une année de l'ère chrétienne.

Simplicius vécut sous le regne de Justinien ; il fut obligé de se retirer en Perse , à cause de la religion payenne qu'il professoit. Il seroit singulier qu'un philosophe eût été martyr d'une pareille religion. Bouillaud (a) suppose qu'il a enseigné l'astronomie à Alexandrie. Quoi qu'il en soit , son Commentaire sur Aristote , où l'on trouve beaucoup de faits astronomiques , méritoit qu'il fût cité ici.

§. L.

ISIDORE , archevêque de Seville au septième siècle , vécut jusques vers 636 ; son livre des origines ou des étymologies est curieux ; il seroit plus intéressant si l'érudition & la critique en étoient meilleures. Le troisième livre roule sur les quatre sciences , qui occupoient alors les savans , arithmétique , musique , géométrie & astronomie , non pour en augmenter , mais pour en ressasser les connoissances les plus simples & les plus communes. Ce livre traite des inventeurs de l'astronomie , de ses écrivains , de son objet , de la forme du monde & du ciel , de la situation , du mouvement & de la division de la sphere céleste , de la grandeur du soleil & de la lune , de leur mouvement , des éclipses , de la différence des étoiles & des planetes , &c. Isidore , 500 ans après Ptolémée , fait encore mention de l'opinion de Bérofe , que la lune a un hémisphere obscur & un hémisphere éclairé ; il met ce système absurde à côté de la véritable cause de l'illumination de la lune , afin que l'on puisse choisir (c) , il n'en favoit pas davantage. Il pensoit que la sphere se meut avec tant de rapidité , qu'elle entraîneroit la ruine du monde , si les planetes , par leur mouvement propre , ne retardoient pas son mouvement (d). Il a encore des opinions plus singulièrement

(a) *Astron. Philol. in Prolegom. p. 14.*

(d) *Lib. III Originum , c. 23.*

(c) *Ibid. C. 52.*

(d) *Ibid. C. 34.*

arronées; il dit, par exemple, qu'il y a au-dessus du monde des eaux destinées à rafraîchir l'axe de la sphere, & à l'empêcher de s'enflammer (a); que les astres sont gouvernés par des intelligences (b); enfin que lorsque le soleil se leve, il est vu à la fois par les peuples de l'Inde & par ceux de la grande Bretagne (c). Ainsi on peut croire que ce bon évêque au septieme siecle, méconnoissoit la rondeur de la terre, & le phénomène de la succession de la nuit & du jour. Telle étoit donc alors l'ignorance de ceux qui passaient pour savans! La philosophie consistoit à imaginer des eaux célestes pour arroser l'axe du monde comme l'essieu d'une roue. Voilà les idées grandes de ces siecles, des successeurs des astronomes d'Alexandrie. Il n'en a pas moins passé pour un grand homme. M. Weidler dit : *seculo septimo inter doctos excelluit Isidorus* (d).

§. L I.

UNE chose non moins extraordinaire, c'est le traité de la construction de la sphere d'Aratus par Léontius, mécanicien. La plus grande partie nous en est parvenue. Léontius avoit réellement dressé une sphere où les positions des étoiles étoient, relativement aux colures, telles qu'elles sont dans la sphere d'Aratus. Le projet est bizarre; car il reconnoit que de son tems les apparences du ciel différoient beaucoup des descriptions d'Aratus, & même s'éloignoient en quelque chose de celle de Ptolémée. Il n'ignoroit pas qu'Hypparque avoit relevé les erreurs d'Aratus. On a droit d'être étonné qu'au septieme siecle il construise un globe, d'après des descriptions reconnues pour défectueuses dès le tems d'Hypparque. Léontius n'attribue point l'erreur au mouvement des étoiles en longitude; il paroît qu'il ne le connoissoit pas. Il donne pour raison qu'Aratus a suivi Eudoxe, qui n'étoit pas assez instruit des choses dont il parloit; & il ajoute la pitoyable raison, que ce poëte n'avoit pas composé son ouvrage pour la perfection de la science, mais pour l'utilité des marins; comme si les erreurs des positions des étoiles étoient indifférentes aux marins (e). Remarquons combien le progrès des connoissances est lent: voilà un homme qui n'ignore point que les apparences du ciel ont changé, ou du moins que les descriptions d'Aratus sont défectueuses; il n'ignore point qu'Hypparque

(a) *Ejusdem de natura rerum caelestium*,
cap. 14.

(b) *Ibid.* c. 27.

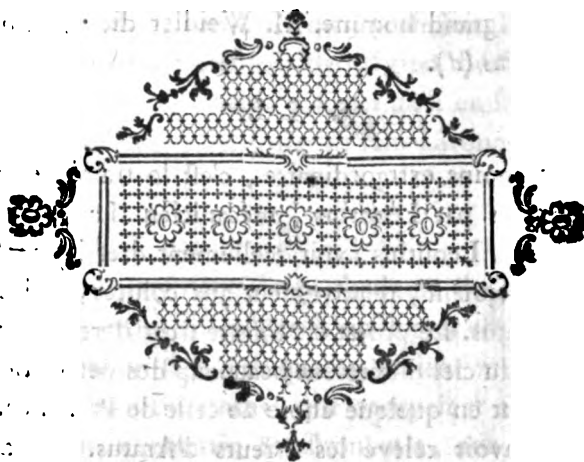
Tome I,

(c) *Ibid.* c. 16.

(d) P. 200.

(e) *De fabric. sphere Arata.*

a vivement censuré le poëme & les erreurs d'Aratus ; mais il ignore encore que le même Hypparque , sept ou huit cens ans avant lui , a découvert le mouvement des étoiles en longitude ; que ce mouvement , confirmé par Ptolémée , a été consigné dans le livre de l'Almageste. Tout cela lui étoit inconnu ; cependant on conclut quelquefois de la connoissance d'un fait à celle d'un autre : & voilà comment une critique judicieuse peut se tromper.



ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE CINQUIÈME.

Des Arabes, des Persans & des Tartares modernes.

§. PREMIER.

Nous avons dit que les Arabes qui ont précédé Mahomet, sont peu connus ; Riccioli cependant cite, d'après Junctinus, un astronôme nommé Abubater, qui vivoit 500 ans avant J. C. (a). Le même auteur fait mention d'un autre astrologue nommé Andrujager, qui florissoit l'an 230 ; mais ces faits ont peu d'autorité & d'intérêt. Les Arabes n'ont commencé à s'éclairer que sous Alraschid & Almamon ; leur premier pas fut la traduction de l'Almageste. M. Peyrescavoit un ancien manuscrit de ce livre. On lisoit à la fin ; ce livre a été traduit sous les ordres du Calife Almamon par Alhazen & par Sergius (qui étoit chrétien) l'an 212 de l'hégire (b), c'est-à-dire, l'an 818 de J. C. ou la quatrième année du regne d'Almamon. D'Herbelot dit cependant que cette traduction fut faite par Isaac Benhonain, & corrigée par Thebith Ben Corath, vers l'an 827. M. de Montucla soupçonne avec assez de vraisemblance, qu'il y a eu plusieurs traductions de ce livre fondamental.

§. II.

ALFERGAN rapporte dans ses élémens d'astronomie, qu'Almamon s'appliqua d'abord aux observations & aux plus importantes, telles que celles de l'obliquité de l'écliptique, qu'il détermina de $23^{\circ} 35'$ (d) ; & dans une

(a) Almag. T. I., p. XXIX.

(b) Gassendi, in vitâ Peireschii, ad annum 636. Lib. V, p. 326.

(c) Histoire des Mathématiques Tom. I, p. 342.

(d) Golijs, ap. Alf rgan, p. 62, 71.

édition de cet auteur, faite sur une ancienne version trouvée à Nuremberg; on lit $23^{\circ} 33'$. Voici ce que Golius nous apprend, d'après Ibn Ionis, astronôme Arabe. Iahja, fils d'Abimansor, Sened, fils d'Alis, & Abbas, fils de Saïd, trouverent à Bagdad la plus grande déclinaison du soleil de $23^{\circ} 33'$. Ibn Ionis cite le traité de l'astrolabe d'Alfergan; ainsi il n'y a pas de doute que la leçon de la version de Nuremberg ne soit bonne.

Ibn Ionis continue; après la mort d'Iahja, d'autres astronomes observerent avec un nouvel instrument qu'Almamon avoit fait construire: ces astronomes furent Chalib, fils d'Abdel-imelic, Abultibus, Sened, fils d'Alis, & Alis, fils d'Isa. C'étoit au tems où Almamon partit pour sa dernière expédition contre les Grecs, la vingtième année de l'ère d'Iesdegird, ou l'an 827. Ils trouverent la plus grande déclinaison du soleil de $23^{\circ} 33' 52''$; détermination qui confirma la première, avec une incertitude de $52''$ seulement.

§. III.

MAIS Mohammed, Ahmed, & Hafen, fils de Moufa, s'étant appliqués à l'astronomie avec beaucoup de zèle & de dépense, observerent, dans leur maison sur le pont de Bagdad, la hauteur méridienne du soleil au solstice d'hiver de $33^{\circ} 5'$ (a), l'an 337 d'Iesdegird, ou l'an 959 (b); & l'année suivante, la hauteur méridienne de $80^{\circ} 15'$ dans le solstice d'été. On en déduit la latitude du pont de Bagdad de $33^{\circ} 20'$, & l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 35'$. Il faut croire qu'Alfergan est contemporain de cette observation; ce qui peut servir à fixer son âge. Il avoit employé la première dans son traité de l'astrolabe que nous n'avons point; il se corrigea ensuite & employa celle-ci dans une seconde édition de ses élémens d'astronomie, parce qu'il crut que la dernière observation étoit la plus exacte. Si ces observations n'ont pas été corrigées de la fautive parallaxe de $3'$ que les Arabes employoient quelquefois; l'obliquité est trop petite d'environ $2' 11''$, à cause de la réfraction dont ils ne tenoient pas compte; mais si elle a été corrigée de l'effet de cette parallaxe, qui est de $1' 8''$, cela feroit compensation, & l'on en doit conclure que d'après cette observation, l'obliquité de l'écliptique ne peut pas être moindre que $23^{\circ} 35'$.

(a) Il y a dans le texte $28^{\circ} 5'$, mais c'est évidemment une faute; il faut lire $33^{\circ} 5'$. *Golius ad Alfergan*, p. 71.

(b) Nous soupçonnons qu'il y a ici une

faute, & qu'il faut lire 237; car ce Mohammed doit être le même que le Mohammed-ben-moufa qu'Abulfarage place sous le règne d'Almamon (*Hist. Din.* p. 161).

On peut remarquer que ces trois observations, qui donnent $23^{\circ} 33'$, $23^{\circ} 33' 52''$, & $23^{\circ} 35'$ font connoître les limites de la précision des observations des Arabes. L'incertitude est de $2'$, & il semble qu'en établissant l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 34'$, on sera fondé à regarder cette détermination comme bonne, puisqu'elle est le milieu de ces trois observations, & qu'elle est d'ailleurs conforme à une observation réitérée par l'ordre d'Almamon, faite avec un instrument qu'il avoit fait construire sans doute exprès, pour qu'il fût supérieur à ceux qu'on avoit employés jusqu'à lui.

§. I V.

UNE autre entreprise qui a illustré le regne d'Almamon, est celle de la mesure de la terre. Il ne faut point douter que les Arabes ne fussent très-bien que Ptolémée, dans sa géographie, donnoit à la circonférence de la terre 180000 stades; mais les hommes de tous les tems furent toujours persuadés & avec raison que les déterminations anciennes ont besoin d'être renouvelées. Voici ce qu'Abulfeda rapporte (a). » Ptolémée, auteur de l'Almageste, & » plusieurs autres des anciens (b), ont observé quel espace contenoit sur la » terre un degré céleste, & ont trouvé $66 \frac{2}{3}$ milles. Ceux qui sont venus » après eux, ont voulu s'en éclaircir par leur propre expérience. Car s'étant » assemblés par l'ordre d'Almamon dans les plaines de Sinjar, & ayant » pris la hauteur du pôle, ils se séparèrent en deux troupes; les uns » s'avancèrent vers le septentrion, les autres vers le midi, allant le plus » droit qu'il leur fût possible, jusqu'à ce que l'une des troupes eût trouvé » le pôle septentrional plus élevé de 1° ; & que l'autre au contraire l'eût » trouvé abaissé de 1° . Ils se rassemblèrent après à leur première station, » pour confronter leurs observations. On trouva que l'une des troupes » avoit compté dans son chemin $56 \frac{2}{3}$ milles, au lieu que l'autre n'avoit » compté que 56 milles; mais ils demeurèrent d'accord du compte de » $56 \frac{2}{3}$ milles pour un degré, si bien qu'entre les observations des anciens » & celle des modernes, il y a une différence de 10 milles ». M. Picard en conclut qu'ils faisoient le degré de 47188 toises (c), parce qu'il déduit le mille arabe de $7 \frac{1}{2}$ stades, suivant la proportion de $66 \frac{2}{3}$ milles pour 500 stades, mais Abulfeda, & M. Picard après lui, se sont mépris, il n'est

(a) *Cosmographia in prolegom.*

M. Picard, anc. Mém. Acad. Sc. T. VII, T. I, p. 3.

(b) Martin de Tyr, Possidonius, Eratosthenes sans doute.

(c) M. Picard, anc. Mém. Ac. Sc. T. VII, p. 31.

nullement vraisemblable que les Arabes se soient trompés de 10000 toises sur la valeur du degré. Cette erreur est impossible dans la mesure itinéraire; & à l'égard de l'arc céleste, on ne peut supposer que les deux troupes se soient accordées à se tromper de 10' dans le même sens. L'erreur des instrumens de Ptolémée n'alloit qu'à 5'. Nous soupçonnons que celle des instrumens arabes n'alloit gueres qu'à 2'. Nous allons faire voir comment on peut s'y prendre pour trouver la valeur du mille arabe.

§. V.

ALFERGAN dit (a), que ces milles étoient chacun de 4000 coudées, de celles qu'on appeloit coudées noires. Nous avons fait voir, par le témoignage des auteurs Arabes mêmes, que la coudée noire avoit 27 doigts, & étoit à la coudée hafchemite dans le rapport de 27 à 32. Nous avons également montré que cette coudée de 32 doigts étoit la même que la coudée du Caire de 20, 544 pouces : de ce rapport de 32 à 27, on déduit la coudée noire de 17, 332 pouces, le mille arabe de 962 toises 5 pieds 4 pouces, & le degré de 54563 toises; l'erreur est donc au plus de 2500 toises, en comparant ce degré à celui que nous avons mesuré aux environs de Paris, de 57072 toises. Mais la plaine de Sinjar est par 36° de latitude (b); & si l'on suppose que les degrés de latitude croissent comme les quatrièmes puissances des sinus de latitude, on trouvera dans la table de M. Bouguer (c) le degré pour 36° de 56868 toises; l'erreur ne seroit donc que de 2300 toises, ou 2 $\frac{1}{2}$ environ; ce qui en donnant quelque chose pour l'erreur de la mesure itinéraire, ne laisse que 2' pour l'erreur de l'observation & des instrumens (d).

Il est clair à présent qu'Abulfeda dit que les anciens s'étoient trompés de 10 milles, parce qu'il a cru que les 66 $\frac{2}{3}$ milles étoient de la même espèce que les 56 $\frac{2}{3}$. Peut-être que le mille arabe étoit d'abord de 4000 coudées ordinaires, qui étoient égales à 3000 coudées aschemites, ou persannes & égyptiennes, & le mille arabe de 856 toises, comme le mille persan & égyptien. Mais lorsque par l'ordre d'Almamou, on adopta une nouvelle coudée, le mille augmenta à proportion, & devint de 963 toises; d'où pourroit être venu, avec quelques changemens le mille italique moderne de 958 toises (e).

(a) *Alfergan*, p. 3.

(b) Table, de Nassireddin, publiées par Gréaves, p. 10.

(c) Figure de la terre p. 305.

(d) Voyez le paragraphe précédent.

(e) Suivant le P. Boscovich, cité par M. de la Lande, *Connaissance des tems*, 1767, 132.

§. VI.

REMARQUONS que malgré le préjugé assez bien fondé, que les sciences & les déterminations vont en se perfectionnant, des différentes mesures de la terre que nous avons rapportées, celles d'Eratosthenes, d'Hypparque & des Arabes sont les moins bonnes; & que la meilleure, celle même qui doit passer pour très-exacte, est celle qui, rapportée par Aristote, se perd dans l'antiquité des tems. Si Possidonius fut plus heureux que les Arabes, c'est qu'ils ne mesurèrent réellement qu'un degré, quoiqu'ils en aient mesuré deux, & que le philosophe en mesura d'abord $7\frac{1}{2}$, & ensuite 20 (a); d'ailleurs, comme nous l'avons soupçonné, c'est qu'ayant l'ancienne mesure sous les yeux, il s'est permis quelques changemens pour s'en rapprocher.

§. VII.

ON trouve sous le regne d'Almamon plusieurs astronomes qui ont passé pour célèbres. Nous ne répéterons point ceux que nous avons déjà nommés; mais Abulfarage (b) cite Abdalla, Ebnfahel, Nubacht, Harbash, habitant de Bagdad, qui fut fort exercé dans le calcul. Il composa trois livres de tables astronomiques: le premier contient les regles ou hypotheses; le second les observations auxquelles il compare les hypotheses; le troisieme de petites tables nommées Alshah (c). Il écrivit quelques autres ouvrages, & vécut 100 ans.

Mohamed ben-Moufa, le même sans doute qui a observé l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 35'$, fut encore un astronome célèbre; il a laissé des tables astronomiques dont on a fait long-tems usage, & jusqu'au tems où Nassireddin, astronome Persan, donna les siennes (d).

Mashalla, Juif, habile à découvrir les choses cachées, c'est-à-dire, astrologue & devin, fleurit sous ce regne (e).

§. VIII.

ALBUMASAR, ou Aben-maaschar Giafar ben Mohamet ben Omar, fut, selon d'Herbelot (f), le Prince des astronomes de son tems; mais il y a lieu

(a) *Suprà*, p. 165, § 1.

(b) *Hist. Dyn.* p. 161.

(c) *Transf. phil.* n°. 16; abrégé, T. I, p. 261.

Ibn Ionis, *Golius ad Alfergan*, p. 69.

(d) Abulpharage, p. 161.

Herbelot, p. 616.

(e) Weidler, p. 209.

(f) Herbelot, p. 27.

de croire que sa plus grande célébrité est due à l'astrologie. Il est auteur de huit traités astrologiques, qui traitent des grandes conjonctions des planètes, & des années : ils ont été imprimés à Augsbourg en latin en 1489, & à Venise en 1515 (a). D'Herbelot lui attribue aussi des tables astronomiques, un traité de la conjonction des planètes, qui se trouve à la bibliothèque du Roi, N^o. 133, qui est sans doute le même que celui qui est imprimé. Mais le plus fameux de ses ouvrages est celui des *Olouf*, ou milliers d'années, dans lequel il traite de la naissance, de la durée & de la fin du monde. C'est dans ce traité qu'il soutient que le monde a été créé, lorsque les sept planètes se sont trouvées en conjonction dans le premier point du Bélier, & qu'il finira lorsqu'elles se trouveront assemblées au dernier point des Poissons. Nous avons déjà cité cet endroit des écrits d'Albumazar. On dit qu'il observa une comète au-dessus de Vénus l'an 844 (b). Il étoit né l'an 805, & il mourut l'an 885 : Les tems s'accordent donc bien, & c'est à tort qu'on a prétendu que cette observation appartenait à un autre astronôme (c).

§. I X.

LES Arabes avoient certainement quelques élémens de l'ancienne astrologie. Nous dirons un mot ici de ce qu'ils entendoient par les grandes conjonctions, suivant Albumazar. Les anciens astrologues partageoient les signes en quatre classes, auxquelles ils avoient donné les propriétés des quatre élémens ; savoir, le Bélier, le Lion, le Sagittaire, la Tripllicité ou les signes du feu ; le Taureau, la Vierge, le Capricorne, les signes terrestres ; les Gémeaux, la Balance, le Verseau, les signes de l'air, l'Ecrevisse, le Scorpion, les Poissons, les signes de l'eau.

La conjonction de Jupiter & de Saturne étant arrivée dans le premier degré du Bélier, vingt ans après, arrivoit dans le signe du Sagittaire, vingt ans après dans le signe du Lion, & enfin au bout de vingt autres années, elle revenoit dans le signe du Bélier. Voilà ce qui a conduit à l'établissement de la période de 60 ans, on choisira entre cette conjecture & celle que nous avons déjà proposée (d). Ces conjonctions ne sortoient point de ces trois signes pendant 240 ans, selon Albumazar (e), & plus exactement pendant 200 ans (f) ;

(a) Weidler, p. 214.

(b) Riccioli, *Almag.* T. II, p. 6.(c) *Ibid.* T. I, p. XXIX.(d) *Astron. anc.* p. 331.(e) Albumazar, *de magnis conjunc.* Tr. I, diff. 2.(f) Riccioli, *Almag.* Tom. I, pag. 674.

c'est ce qu'on appelloit la triplicité du feu, ce qui seroit une seconde période des grandes conjonctions. Enfin il s'écouloit quatre de ces périodes, c'est-à-dire, quatre fois 240 ans, ou 960 ans, & plus exactement 795 ans avant que les grandes conjonctions revinssent au premier degré du Bélier. Cette période de 960 ans étoit celle des très-grandes conjonctions.

Les Arabes appellent *aduar* & *akuar* les cycles & les révolutions d'années qui, selon les astrologues, reglent les actions & les événemens de la vie des hommes: chaque *aduar* contient 360 années solaires, & chaque *akuar* 120 années lunaires. L'art de l'astrologie orientale consistoit à trouver les rapports & les combinaisons de ces deux cycles (a). Nous ignorons comment étoient composées ces années lunaires & solaires; tout cela ne peut être que très-ancien; & le nombre de 360 années nous fait soupçonner que ces cycles sont du tems, où l'on croyoit que l'année n'avoit que 360 jours.

§. X.

AHMED-EBN-COTHAIR-AL-FARGANI, que nous nommons Alfergan, fut, dit-on (b), contemporain de Hasbash, dont nous venons de parler; ce qui a fait présumer qu'il avoit vécu sous le regne d'Almamon, quoique Hasbash ayant atteint cent ans, doive avoir vu plusieurs regnes. Il composa des *Éléments d'astronomie*, divisés en trente chapitres; c'est un abrégé de l'astronomie Arabe, ou plutôt de la greque, que les Arabes commençoient à naturaliser chez eux. Le dénombrement des étoiles est dans ce livre, comme dans l'*Almageste* de 1022 (c). M. Bernard (d) pense que les astronomes d'Almamon faisoient le mouvement des fixes de 1° en 66 ans & 8 mois, ce qui est précisément le mouvement établi par les Indiens (e); cependant Alfergan, qui devoit connoître les déterminations des astronomes d'Almamon, ses contemporains, le fait, comme Ptolémée, de 1° en 100 ans (f). Il disoit encore, comme lui, que la parallaxe du soleil n'étoit pas sensible par les observations; mais qu'au moyen de sa distance connue, on la déduisoit de 3' (g). On a trois traductions de ce livre; la première de J. Hispalensis, au douzième siècle, imprimée à Ferrare en 1493, & à Nuremberg en 1537, avec une préface de Melancton; la seconde

(a) Herbelot, p. 74.

(b) Abulpharage, p. 161.

Herbelot, p. 340.

(c) Alfergan, *Éléments d'astronomie*, p. 75.(d) *Transf. phil.* n°. 163, abreg. T. I, p. 252.(e) Les Indiens supposent 54" par an, ce qui revient au même. *V. Astr. anc.* p. 109.

(f) Alfergan, p. 74.

(g) *Ibidem*, c. 27, p. 100.

de Jac. Christman, traduite de l'hébreu, imprimée à Francfort en 1590. M. Christman a ajouté à cette traduction un ample Commentaire sur le premier chapitre, où il explique les calendriers romain, égyptien, arabe, persien, syriaque, hébreu, avec leurs époques, & une chronologie depuis les olympiades & la fondation de Rome jusqu'à notre âge. La troisième enfin est de Jac. Golius, professeur des langues orientales à Leyde, laquelle version n'a vu le jour qu'après sa mort à Amsterdam en 1669. Les notes savantes dont elle est enrichie ne vont même que jusqu'au neuvième chapitre où la mort l'arrêta (a).

Alfergan avoit composé deux autres ouvrages, l'un des cadrans solaires (b), l'autre de la description & de l'usage de l'astrolabe (c). On dit qu'il excella tellement dans le calcul arithmétique & astronomique, qu'on l'appelloit vulgairement le calculateur (d). Ce fut peut être lui qui le premier fit usage des sinus; du moins M. de Montucla observe que ce furent les Arabes, qui simplifierent la pratique des opérations trigonométriques, en employant les sinus au lieu des cordes des arcs doubles dont Ptolémée s'étoit servi. Il ajoute que ce doit être une de leurs premières inventions, puisqu'on la trouve dans Alfergan (e). A qui peut-on attribuer plus naturellement cette invention qu'à celui que les Arabes nommoient le calculateur?

§. XI.

ALMAMON mourut l'an 833 : sous son regne parurent plusieurs tables astronomiques ; celles d'Iahia, fils d'Abumanfor, auxquelles on donne le nom de *tabula probata*, parce qu'elles sont établies sur les observations modernes comparées aux anciennes (f) ; & les tables d'Ahmed-ben-Abdalla-al-Marouzi. La première partie de celle-ci comprend les tables, qui portent le nom d'Almamon, calculées selon la méthode des Indiens ; cette partie doit être curieuse : elle contient sans doute les mêmes méthodes que M. le Gentil nous a communiquées, avec des explications que des ignorans n'ont pu procurer à cet académicien. La seconde partie de ces tables est, suivant les principes de Ptolémée (g). Le manuscrit est à la bibliothèque du Roi. Ceci prouve qu'Almamon peut être rangé au nombre des Souverains, qui,

(a) Weidler, p. 207.

(b) Weidler, qui cite à faux Abulpharage, p. 161.

(c) Golius *ad Alfergan*, p. 62.

(d) *Ibid.* p. 2.

(e) Hist. des Math. T. I, p. 358.

(f) Golius *ad Alferg* p. 66.

(g) Bibliothèque orientale, p. 235.

par leurs propres travaux, ont contribué aux progrès de l'astronomie. Les Arabes ont conservé la plus grande vénération pour ce prince. Il ne faut pas croire que tout ce qu'on lui attribue ait été exécuté de son vivant : on lui a fait honneur d'une grande partie des progrès que l'astronomie a faits depuis lui (a); & il y avoit quelque justice, puisqu'il avoit donné l'impulsion. Les progrès des sciences ne s'arrêtèrent pas après lui; il avoit excité l'émulation avec tant de magnificence, il avoit si bien montré l'exemple à la nation, que l'astronomie fleurit chez les Arabes pendant plusieurs siècles.

§. XII.

THEBITH-BEN-CORAH fut le premier astronôme célèbre depuis Almamon. On varie beaucoup sur le tems où il a vécu. Les écrivains, cités par M. Weidler (b), le placent depuis le neuvième jusqu'au treizième siècle. Riccioli lui-même le place en 1275 (c). On ne comprend pas sur quoi cette incertitude peut être fondée; car Abulpharage, qui vivoit au treizième siècle, le place au neuvième (d), & d'Herbelot dit positivement (e) que Thebith étoit né l'an 221, & mort l'an 188 de l'Hégire, ce qui répond à peu près à l'an 836 & 901 de notre ère. Voilà sans doute des autorités suffisantes.

Thebith crut s'apercevoir que le mouvement des étoiles en longitude ne se faisoit pas toujours dans le même sens. Il fut trompé par des observations attribuées à Hermès, & plus anciennes que Ptolémée de 1985 ans; par lesquelles on trouvoit l'étoile de la Lyre dans 24° du Sagittaire, & la Claire de l'Hydre dans 7° du Lion (f), tandis que Ptolémée place la première dans 17° 20' du Sagittaire, & la seconde dans 0° 0' du Lion. Ces étoiles paroissent donc avoir rétrogradé de 7° environ depuis Hermès jusqu'à Ptolémée. Il n'y a point d'apparence que Thebith eût forgé exprès de fausses observations pour établir une fausse hypothèse; il est bien plus naturel de croire que Thebith à Bagdad, étant au centre de toutes les traditions orientales, possédant des livres qui nous sont inconnus, a pu y puiser des notions qui ne nous sont point parvenues. Les voyageurs prétendent avoir vu en Asie des bibliothèques considérables, à Gaza, à Damas,

(a) Golius ad *Alfergan*, p. 67.

(b) Pag. 211.

(c) Riccioli, *Almage*. Tome I, page XXVII.(d) *Hist. Dyn.* p. 184.

(e) Pag. 1015.

(f) Aug. Riccius. qui cite le traité de Juif Isaac, p. 23, de *mundi fundamento*.

à Ardwil en Perse (a). Il y avoit sans doute dans les manuscrits, qui y furent renfermés, bien des faits utiles sur l'antiquité, dont les Arabes ont pu avoir connoissance. Les observations attribuées à Hermès paroissent fausses & invraisemblables au premier coup d'œil; cependant le degré de la longitude est marqué, l'intervalle des années entre Hermès & Ptolémée est exactement spécifié; ce ne sont point là les caractères de l'imposture, & nous allons faire voir qu'il y a une manière très-simple d'expliquer ce qui paroît d'abord peu vraisemblable. Hermès, 1985 ans avant Ptolémée, ou environ 1680 ans avant Hypparque, voulant désigner le lieu de quelques étoiles, les compara aux constellations du zodiaque, & trouva que la Lyre, par exemple, répondoit au 24^e degré du Sagittaire. Ensuite, lorsqu'Hypparque, 1680 ans après, fit le dénombrement des étoiles, elles s'étoient avancées de 23° 20': ainsi il dût trouver l'étoile au 17° 20' du Capricorne. Mais comme le Bélier avoit toujours été la première constellation du zodiaque (b), il y a apparence que lorsqu'Hypparque eût découvert le mouvement des étoiles en longitude, voulant que le signe du Bélier fût le premier du zodiaque fixe, comme il l'avoit toujours été du zodiaque mobile, il nomma le Bélier l'espace qui dans l'écliptique s'étoit appelé jusques-là le Taureau, & le Sagittaire celui qui s'étoit appelé le Capricorne; de sorte que la Lyre se trouva au 17° 20' du Sagittaire, tandis que par les observations d'Hermès, elle étoit au 24^e. Ptolémée, dans son catalogue, la place précisément au 17° 20' du Sagittaire. Il est vrai qu'en partant de ce que nous venons d'établir, & des 2° 40' qu'il ajouta aux positions d'Hypparque, il auroit dû la faire plus avancée de 2° 40'; mais on peut aisément supposer qu'Hypparque destina de nouveau les constellations, & que changeant un peu leur étendue, l'étoile qui auroit dû se trouver au 17° 20' du Sagittaire, ne se trouva que dans 14° 40'.

Augustin Riccius & Regiomontanus (c), qui ont réfuté le système de Thebith, n'ont point douté de l'authenticité des observations d'Hermès; ils ont attribué la différence de ces observations & de celles de Ptolémée, à des équivoques sur les noms des étoiles; mais notre explication, fondée sur le mouvement même des étoiles, & sur l'équivoque du nom des signes, nous paroît plus vraisemblable.

(a) Encyclopédie, art. *Bibliothèque*.
M. l'abbé Sevin, *Mém. Acad. Inscrit.*
T. VII, p. 334.

(b) *Hist. Astron. anc.* p. 482.

(c) Aug. Ric. *Trac. de octavâ spherâ*, p. 21.
Regiomont. *Epit. Almag. L. VII*, p. 6.

§. XIII.

THEBITH s'y trompa & devoit s'y tromper. Il étoit clair que les étoiles s'étoient avancées depuis Hypparque & Ptolémée jusqu'à lui ; elles paroissent avoir rétrogradé depuis Hermès jusqu'à Ptolémée ou Hypparque : il dû conclure qu'elles avoient un mouvement libratoire , ou d'oscillation autour des points équinoxiaux ; il l'appela mouvement de trépidation , *motus trepidationis*. Il suppose deux écliptiques , l'une fixe dans la neuvième sphere , l'autre mobile dans la huitième. Celle-ci , la sphere des fixes , avoit deux mouvemens , l'un constant & uniforme d'orient en occident , qui produit la révolution autour des pôles de la terre en 24 heures ; l'autre celui de trépidation , qui s'accomplissoit dans de petits cercles dont les circonférences étoient éloignées de $4^{\circ} 18' 43''$ (a) des points équinoxiaux ; en sorte que les premiers points du Bélier & de la Balance parcourent ces deux petits cercles , dont les centres sont les points équinoxiaux. De là il arrive que les étoiles paroissent se mouvoir tantôt vers l'orient , tantôt vers l'occident , tantôt plus vite , tantôt plus lentement. Toutes les spheres inférieures suivent ce mouvement ; en sorte que les absides des déférens & leurs déclinaisons sont fixes à l'égard de l'écliptique mobile (b). Cette hypothèse admise , les pôles de l'écliptique mobile doivent avoir un mouvement à l'égard des pôles de l'écliptique fixe , & l'obliquité de la première sur l'équateur doit être variable ; aussi Thebith ne regardoit pas cette obliquité comme constante (c). Il n'est pas le seul Arabe qui ait pensé ainsi (d). Dans les mêmes livres où étoient conservées les observations d'Hermès , on trouve peut-être des observations d'une obliquité plus grande ; nous avons vu qu'on la faisoit jadis de 24° ; & même nous avons eu lieu de soupçonner qu'on l'avoit faite de 25° (e). On ne connoît les opinions de Thebith que par ce qu'en ont extrait les astronomes plus modernes ; on peut dire qu'elles sont fausses : mais on ne peut juger de la manière dont il avoit fait cadrer ses hypothèses avec les observations , & du degré de vraisemblance qu'il avoit pu leur donner.

(a) Ou $4^{\circ} 19'$, August. Riccius, p. 7.(b) *Purbachii Theoria planet.*Reinholdus, *in notis ad Eundem*. p. 233, 2602.Junctinus, *Opera*, Tom. II, p. 162.

(c) August. Riccius, p. 23.

(d) *Infra*, §. 35.(e) *Hist. Astron. anc.* p. 333.

§. XIV.

CEPENDANT il paroît que Thebith supposa que l'obliquité de $23^{\circ} 51' 20''$, telle qu'elle avoit été observée par Pitheas, Eratosthenes & Hypparque, étoit la plus grande ; car le diamètre de ces petits cercles étoit déterminé en conséquence. Soit (*fig. 34*) ABCD l'équateur, dont le centre est E, l'écliptique fixe APCQ, dont le centre est F. Soient A & C les points moyens des équinoxes, la ligne droite AFC représente le colure ; supposons que le premier degré du Bélier & de la Balance I & K décrivent la circonférence des petits cercles IR, KS ; pendant cette révolution, le centre F parcourra deux fois la ligne GH. Quand le premier degré du Bélier sera en I, l'écliptique mobile sera le cercle IPMN, dont le centre sera en G. Alors les points des équinoxes seront en L & en M, écartés de l'équinoxe moyen de la quantité de l'arc AL. Thebith fixa cet arc à $10^{\circ} 45'$. En même tems le pôle de l'écliptique étant transporté en G, l'obliquité est mesurée par GE ou ON, elle est la plus grande, & c'est pour que cette obliquité fût de $23^{\circ} 51' 20''$, & la plus petite EF ou DQ de $23^{\circ} 33' 40''$, qu'il détermine la ligne GE de $4^{\circ} 18' 43''$. Cependant l'obliquité GE étant supposée de $23^{\circ} 51' 20''$, & l'arc GF de $4^{\circ} 18' 43''$, l'obliquité la plus petite EF se trouve de $23^{\circ} 29'$. Il y a apparence que Thebith fit ici une erreur de calcul. Tout ceci est tiré des Théoriques de Purbach ; il en résulte que Thebith admettoit une variation périodique de $22' 20''$ dans l'obliquité, & une oscillation des points équinoxiaux dans une étendue de $21^{\circ} 30'$.

§. XV.

ON dit que la période de ce mouvement étoit de 800 ans ; il faut entendre la demi-période, car la quantité de la libration étoit de plus de 8° . A raison de 1° en 100 ans, comme Ptolémée, la période seroit de 1600 ans, & à raison de 1° en 80 ou 84 ans, comme on l'infère d'Albategnius (a), elle seroit de 1450 ans.

Cette quantité de 8° ne s'accorde point avec le mouvement des étoiles en longitude, qui avoit eu lieu depuis Ptolémée. Pour peu que Thebith eût observé, il n'est pas possible qu'il n'ait vu que 8° ne suffisoient pas

(a) Chap. 51, p. 179.

pour représenter ce mouvement, qui étoit d'environ $10^{\circ} \frac{1}{2}$. Aussi nous avons établi, d'après d'autres auteurs (a), qu'il étendoit cette libration jusqu'à 22° .

Ce système de Thebith sert à prouver son âge, suivant la remarque de M. de Montucla (b). » Il avoit déjà séduit bien des gens du tems d'Albategnius. Ce judicieux & habile astronôme (c) se mocque expressément de » ceux qui adoptoient une pareille chimere; & ce qui est remarquable, » c'est précisément de cette quantité d'environ 8° qu'il parle. Thebith étoit » donc antérieur à Albategnius, dont l'âge est bien déterminé. » Nous avons vu que d'Herbelot fixe aussi très-positivement celui de Thebith. Cette autorité nous décide : car nous observerons que la preuve précédente n'est pas démonstrative. L'astronôme Arabe n'avoit fait que renouveler cette opinion. Augustin Riccius nous apprend que, selon Averroès, elle étoit plus ancienne que Thebith, & qu'elle appartenoit aux anciens Babyloniens. Le Juif Isaac, dans son livre intitulé *Jesod Holam*, ou *de fundamento mundi*, semble attribuer également cette opinion à Hermès, en disant à ses disciples, *oportere eos circa navim pendentem in aethere, quæ quatuor centum annorum curriculum ascendens, aequali inde annorum spatio descendit, cautiores fieri* (d). Roger Bacon l'attribue aussi aux sages des Indiens (e).

§. X V I.

THEBITH étoit fondé par ses observations, à croire l'obliquité variable : car il n'ignoroit pas sans doute qu'Eratostrènes, Hypparque & Ptolémée l'avoient établie de $23^{\circ} 52'$. Il l'observa lui-même, & il la trouva de $23^{\circ} 33' 30''$ (f).

Du mouvement libratoire que Thebith donnoit aux points équinoxiaux, il résultoit une incertitude sur la longueur de l'année, déterminée par le retour du soleil à ces mêmes points. Il pensa qu'il falloit avoir recours, pour plus d'exactitude, à la méthode que les Chaldéens avoient employée de la déterminer à l'égard des étoiles fixes; il l'établit de $365^j 6^h 9' 11''$ (g). Il est évident que cette année n'est aucune des fidérales connues; celle des Indiens est de $365^j 6^h 12' 30''$ (h); celle des anciens Chaldéens étoit de

(a) Reinhold, *loco cit.* p. 251.

Riccioli, *Almag.* T. I, p. 166.

(b) *Hist. des Math.* T. I, p. 347.

(c) Albategnius, *de scien. stel.* c. 52.

(d) *Traité de motu octavae sphaerae*, p. 6.

(e) *Opus majus*, édit. 1733, p. 399.

(f) Christman *ad Alferg.* c. 6.

Riccioli *Almag.* Tom. I, p. XLV.

(g) Weidler, p. 211.

(h) *Histoire de l'Astron. anc.* p. 110.

365' 6^h 11' (a). Il faut donc que la sienne ait été établie sur ses propres observations comparées à des observations plus anciennes. Mais quelles furent ces observations plus anciennes ? L'Almageste n'en contient aucune de cette espèce ; nouvelle preuve que les Arabes avoient sur l'antiquité une infinité de notions , qui sont perdues pour nous ; peut-être y en a-t-il quelques-unes renfermées dans les manuscrits qui nous restent ; il seroit bien à souhaiter que ceux qui savent la langue arabe , se donnassent la peine de traduire ces manuscrits.

Thebith a travaillé beaucoup sur la trigonométrie , & il admit seulement vingt-deux cas possibles dans la résolution des triangles sphériques (b). Il étoit de Haran , qui est l'ancienne Carthes des Grecs ; Sabéen de religion , de cette religion qui veut être aussi ancienne que le monde , qui fut , disent ses sectateurs , la religion d'Abraham , & dont les livres sacrés ont été composés par Adam (c). Thebith fut secrétaire du calife Mothadeb. Il a beaucoup écrit sur sa religion.

§. XVII.

MOHAMED-BEN-GEBER , astronôme qui tenoit le surnom d'Albatani , de la ville de Batan dans la Mésopotamie , où il étoit né , & celui d'*Araçtenfis* en latin , de la ville d'Araçte , où il a principalement observé , est connu parmi nous sous le nom d'Albategnius. M. Halley en fait grand cas ; il l'appelle *auctor pro suo sæculo admirandi acuminis , in administrandis observationibus exercitissimus* (d). On imagine que ce Geber , de qui il est fils , est le fameux Geber , le pere des alchimistes , qui a composé 500 volumes sur la pierre philosophale (e). Si le pere eut une certaine célébrité , le fils en a une plus réelle & plus solide.

Albategnius ayant reconnu que les tables de Ptolémée étoient défectueuses , que ses hypothèses sur la lune & les planetes étoient insuffisantes , tenta de pallier les défauts de ces hypothèses , & construisit de nouvelles tables , plus conformes à l'état du ciel , dressées pour le méridien d'Araçte ou Racah (f). Elles ont été long-temps précieuses aux Arabes , comme les plus exactes qu'ils eussent. Il changea la quantité du mouvement des fixes que Ptolémée avoit cru de 1° en 100 ans ; Albategnius la trouva beaucoup plus grande , en

(a) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 149.

(b) Merfenne , *Synopsis mathem.* p. 204.
Weidler , p. 212.

(c) Herbelot , p. 726.

(d) *Transf. philos.* 1693 , n. 204.

(e) Herbelot , p. 387.

(f) *Ibid.* p. 193.

comparant

comparant ses observations à celles de Ménélas (a), & l'établit de 1° en 66 ans, ou d'environ 54" 52" par an. Quoiqu'il n'en parle point, on ne peut douter qu'il n'ait comparé ses observations à celles de Ptolémée, & cette comparaison lui auroit fait établir 1° de mouvement, suivant Riccioli (b), en $64\frac{1}{2}$ ans. Nous croyons que ce qui le fit pencher pour la première détermination, fut la connoissance qu'il avoit sans doute de ce mouvement établi par les Indiens de 54" par an (c). Cette observation des étoiles nous apprend le tems où il a fleuri; car il la date lui-même de l'an 1627 de Nabonassar, qui répond à l'an 879 de notre ère. Albategnius, doutant de toutes les déterminations anciennes, voulut vérifier celle de l'obliquité de l'écliptique, quoiqu'elle l'eût déjà été plusieurs fois chez les Arabes mêmes. Il explique qu'il observa avec une très-longue alidade, & avec toutes les attentions indiquées dans l'Almageste, pour la vérification de la position de l'instrument, la plus courte distance du soleil au zenith d'Aracte, lors du moment du solstice d'été, de 12° 26', & la plus grande au solstice d'hiver, de 59° 36'; d'où résulte l'obliquité de 23° 35' (d); il n'a eu égard ni à la parallaxe ni à la réfraction: en ayant égard à la réfraction, cette obliquité seroit un peu plus grande, & de 23° 35' 47".

§. XVIII.

ALBATEGNIUS vérifia aussi la théorie du soleil; il trouva par ses observations que l'excentricité étoit de 2° 4' $\frac{1}{2}$, dont le rayon en contient 60, ou 3465, dont le rayon en contiendrait 100000 (e). Cette quantité, beaucoup plus exacte que celle d'Hypparque (f) donne 1° 59' 7" pour l'équation du centre du soleil. Mais la remarque la plus importante qu'il ait faite, un véritable pas qu'il a fait faire à la science, c'est la découverte du mouvement de l'apogée du soleil que Ptolémée avoit cru fixé dans le 5° $\frac{1}{2}$ des Gemeaux, ou du moins qu'il n'avoit cru assujetti qu'à la rétrogradation des points équinoxiaux. Albategnius le trouva dans 22° 17' (g); il étoit donc avancé de 16° 47', & à raison du mouvement des points équinoxiaux, il n'auroit dû l'être que de 10° 18'. Il en résultoit qu'il avoit un mouvement propre, par

Ceci nous démontre qu'Albategnius regarda la détermination de l'apogée lequel il s'étoit avancé de 6° 29.

(a) *De scientiâ stellarum*, c. 51.(b) *Almag.* Tom. I, p. 444.(c) *Histoire de l'Astron. anc.* p. 109.

(d) Albategnius, c. 4.

(e) *Ibid.* c. 28.Halley, *Transf. phil.* N°. 204.(f) *Suprà*, p. 472.

(g) Albategnius, c. 28.

du soleil, rapportée dans l'Almageste, comme appartenant à Hypparque; & non à Ptolémée : car il établit ce mouvement de $59^{\circ} 4''$ par rapport aux équinoxes (a); & comme l'équinoxe rétrogradoit, suivant lui, de $54^{\circ} 32''$, il s'ensuit qu'il ne faisoit le mouvement propre de l'apogée du soleil que de $4^{\circ} 32''$. Alors tout est d'accord, & supposant qu'Hypparque ait observé vers 140 ans avant J. C., il s'étoit écoulé 1019 ans; l'équinoxe, en conséquence de 1° en 66 ans, a dû rétrograder de $15^{\circ} 26'$, l'apogée du soleil a avancé de $1^{\circ} 17'$: donc il a dû paroître avancé relativement à l'équinoxe, de $16^{\circ} 41' 29''$.

§. XIX.

Ce grand astronôme se trompa dans la détermination de la longueur de l'année solaire, qu'il a trouvée de $365^j 5^h 46' 24''$ (b), plus petite de $8' 48''$ qu'Hypparque ne l'avoit trouvée, & plus petite de près de $2\frac{1}{2}$ qu'elle n'est réellement, ce qui a fait penser depuis à quelques astronomes modernes que la longueur de l'année étoit susceptible d'accroissement & de diminution. On croyoit qu'elle avoit diminué depuis Ptolémée jusqu'à Albategnius, & qu'elle commençoit à augmenter; mais on a reconnu que cette différence n'étoit due qu'à l'erreur des observations de Ptolémée, qui, suivant M. Halley (c), sont plutôt fictives que réelles : du moins nous croirons volontiers qu'elles sont altérées (d). Une erreur de $2\frac{1}{2}$ est énorme. Thebith ayant trouvé l'année sidérale de $365^j 6^h 9' 12''$, il en résulte que l'année tropique étoit en conséquence de $365^j 5^h 48' 57''$, & il faut supposer plus d'un jour d'erreur dans l'observation des équinoxes par Ptolémée. Celui dont Albategnius a fait usage, est un équinoxe observé le 9 du mois Athir, la troisième année d'Antonin, qui a dû sans doute tomber le 8. Cette différence d'un jour ne produiroit pas encore tout-à-fait $2'$. Albategnius dût être étonné de trouver une si grande différence entre ses déterminations & celles d'Hypparque & de Ptolémée. Nous pensons qu'Albategnius fut porté à adopter celle qu'il nous a laissée, par une raison semblable à la raison que nous avons soupçonnée à Hypparque (e). Il connoissoit sans doute l'année sidérale de Thebith, & il en déduisit la longueur

(a) Riccioli, Almag. Tom. I, pag. 158.
Albategnius.
(b) *Ibid.* p. 20.

Histoire des Math. T. I, p. 349.
(c) Trans. phil. N°. 204.
(d) *Suprà*, p. 349.
(e) *Ibid.*, p. 470.

de l'année tropique. Hypparque avoit trouvé une année trop longue, parce qu'il avoit employé un mouvement des étoiles trop lent; Albategnius trouva l'année trop courte, parce qu'il faisoit ce mouvement trop grand. Ce mouvement supposé de $54'' 32'''$, il devoit y avoir $22' 5''$ de différence, & l'année tropique conclue de l'année sidérale de Thebith, devoit être de $365^j 5^h 47' 7''$, qui diffère seulement de $43''$ de celle qu'Albategnius a trouvée par les équinoxes; il fut donc fondé à ne pas croire s'être écarté de la vérité. Si même il s'étoit servi du mouvement des fixes, déduit de la comparaison de ses observations à celles de Ptolémée, ce mouvement, qui seroit à peu près de $56'' \frac{1}{4}$, lui auroit donné une différence de $22' 47''$, qui retranchées de l'année sidérale de Thebith, laissent pour l'année tropique $365^j 5^h 46' 25''$, ou précisément la même année qu'il déduisit de l'observation des équinoxes. Ainsi Albategnius fut bien excusable de s'y tromper, puisque son résultat étoit appuyé d'un côté sur les observations de Ptolémée, & de l'autre sur celles des Chaldéens, qui avoient servi à établir l'année sidérale de Thebith.

§. X X.

Au reste il s'est servi pour déterminer l'apogée & l'excentricité du soleil de la même méthode qu'Hypparque avoit employée (a). Il ne paroît pas avoir fait grand chose sur la théorie de la lune; il lui donne deux équations, qui sont absolument les mêmes que celles de Ptolémée (b). On a de lui deux observations d'éclipses de cette planète, & deux éclipses solaires dans les années 883, 891 & 901 (c); elles sont les seules, avec celles de Thius que nous avons citées, qui puissent servir à rectifier les moyens mouvemens entre Ptolémée & Tycho.

Nous avons tiré ces extraits d'un seul ouvrage d'Albategnius, intitulé *de numeris & motibus stellarum*; l'original arabe est perdu: on a deux éditions, l'une à Nuremberg en 1537, l'autre à Bologne en 1645; de la traduction de Plato Tiburtinus, qui connoissoit mal la langue arabe, & qui étoit peu instruit de l'astronomie (d).

Ce livre renferme d'ailleurs différens problèmes de la sphere & d'astronomie, tels que ceux-ci: étant donnée la longueur des jours, trouver l'am-

(a) *Suprà*, p. 471.

(b) Albategnius, c. 30.

(c) *Ibid.*Halley, Transactions philosophiques, N^o. 104.(d) *Ibid.*

plitude & la hauteur du pôle, & *vice versa* ; trouver les arcs semi-diurnes des astres ; trouver l'heure la nuit par le moyen des étoiles ; trouver la distance mutuelle de deux étoiles, étant données leurs longitudes & leurs latitudes, &c. Albategnius fit usage des sinus ; mais Regiomontanus remarque qu'il s'y trompa beaucoup, 1°. parce qu'il ne fit point de différence des arcs de petits cercles aux arcs de grands cercles : 2°. en ce qu'il regarda les arcs comme des lignes droites, & qu'il employa indifféremment les sinus de ces arcs pour les arcs mêmes, comme avoit fait Ptolémée ; mais il paroît, suivant Regiomontanus, qu'il en fit un abus plus grand que Ptolémée, qui n'en ufoit que pour les petits arcs, au lieu qu'Albategnius en use pour tous également (a).

§. XXI.

L'ASTRONOMIE fleurit particulièrement dans le dixième siècle chez les Arabes, le calife Sharfaudaula la protégea : mais il eut un règne trop court ; il ne fut sur le trône que deux ans & huit mois, & mourut à l'âge de 28 ans (b). On trouve sous son règne Abdol-Rahman-Alfuphi, astronôme célèbre par plusieurs ouvrages, & par un grand nombre d'observations. Il étoit né l'an 904, & mourut l'an 986, âgé de 82 ans. Il est auteur d'un ouvrage sur la projection des rayons (c). Nous avons eu occasion de remarquer que la théorie des projections paroît avoir pris naissance dans l'école d'Alexandrie ; mais voilà le premier ouvrage sur cet objet, dont l'histoire nous ait conservé quelque notion : soit que ce traité appartint à l'astronôme Alfuphi, ou qu'il ne fût qu'une traduction. Il avoit composé un traité d'astronomie & des tables persiennes (d). Ce dernier titre est assez singulier pour un ouvrage composé par un Arabe, & dans un tems où les Perses n'avoient eu aucune communication de la nouvelle astronomie. Ce titre, s'il est exact, nous feroit soupçonner que cet astronôme avoit trouvé quelques tables de l'ancienne astronomie des Perses, & qu'il les avoit rédigées en tables, pour les comparer à celles de Ptolémée. Il est le premier Arabe qui ait donné un catalogue pour son tems, avec les lieux des étoiles & les figures des constellations dessinées (e). M. Weidler fait

(a) Notes de Regiomontanus sur Albategnius, c. 26.

(b) Abulpharage, p. 212, 217.

(c) *Ibidem*, p. 214.

(d) Boullaud, *Astron. phil. in Proleg.* p. 15. Hyde, in *pref. Tabularum Ulug-Beg.*

(e) *Ibid.* Abulpharage, p. 214.

mention d'un manuscrit d'Alsuphi, intitulé *liber de locis stellarum fixarum cum imaginibus suis verificatis*, qui est sans doute l'ouvrage dont nous venons de parler, dont quelques extraits, dit-il (a), ont vu le jour; mais il ne dit pas où. Ce catalogue est cité par Ulug-Beg (b). M. Bernard en rapporte quelques positions (c); il est pour l'an 964: on y voit que cet astronôme n'a fait qu'ajouter 12° 40' aux positions de Ptolémée, pour les réduire à son tems. M. Bernard remarque qu'il s'accorde avec Ptolémée pour la latitude; mais il s'accorde avec lui en tout, puisqu'il l'a copié sur tout. Il en résulte qu'il faisoit le mouvement des fixes de 1° en 66 ans, comme Albategnius. Il observa l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva aussi de 23° 35' (d).

Dans l'ouvrage d'Alsuphi, les constellations sont dans le même ordre que dans celui de Ptolémée & d'Ulug-Beg. Il y manque la Couronne australe; mais on y trouve de plus trois constellations entre Andromède & le Triangle; savoir, Andromède avec un poisson devant elle, la même debout sur un autre poisson, & un Cheval. On y trouve la longitude & la latitude des étoiles: il comprend 126 pages *in-folio* (e).

§. XXXI.

IL semble que l'astronomie ait été cultivée en Egypte sur la fin du dixième siècle, selon d'Herbelot (f); on voit qu'il y avoit alors au Caire l'observatoire de Hakem, sultan d'Egypte. On trouve encore un catalogue d'étoiles cité par Edouard Bernard (g), qui en rapporte quelques positions tirées des tables hakimites d'un certain Johanides. Ces positions appartiennent à l'an 996; c'est le tems du regne de Hakem (h). Le catalogue ne paroît pas une réduction de celui de Ptolémée. En comparant les positions des étoiles aux positions de Ptolémée, on trouveroit 1° en 53 ans. Les astronomes que le calife Sharfauddaula chargea de veiller à l'observation des sept planètes, étoient Ahmed-ebn-Mohamed-al-Saghani, & Vaïian-ebn-Sahel. Il paroît que ces astronomes observerent des solstices & des équinoxes. Vaïian laissa un détail des observations qu'il avoit faites, ou dont il avoit été témoin (i).

(a) Weidler, p. 212.

(b) *In praf. Tabul. Ulug-Beg.*(c) *Transactions philos. abrégé*, T. I, p. 244.(d) *Ibid.* N°. 163, p. 262.(e) M. Nieburh, *Desc. de l'Arabie*, p. 103.(f) *Biblioth. orient.* p. 934.(g) *Transf. phil. abrégé*, T. I, p. 245.(h) *Biblioth. orient.* p. 411.

(i) Abulpharage, p. 217.

§. XXIII.

ALBATRUNIUS-ABUL-RIHAN, l'an 995, suivant M. Bernard, ou l'an 1068, selon Abulpharage (a), observa l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 35'$, avec un quart de cercle de 15 coudées de rayon. M. Bernard cite Gréaves, d'après un manuscrit arabe d'Albatrunius. Abu-Mahmud-al-Chogandi, sous le califat de Phracrodaula, trouva, vers 992 l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 32' 21''$, avec un sextant de 40 coudées de rayon, dont le limbe étoit divisé en secondes. Cette dernière observation surtout est remarquable par la précision qu'elle semble comporter ; elle est exprimée en secondes, & il n'y a que celle-ci, & celle de l'obliquité de l'écliptique par Ulug-Beg, dont nous parlerons bientôt, qui soient portées à cette précision. Cela s'accorde avec l'idée qu'on nous donne de l'instrument qui étoit, dit-on, divisé en secondes. En partant des valeurs des trois coudées, qui étoient en usage chez les Arabes (b), le rayon du quart de cercle seroit de 19 pieds 3 pouces, de 21 pieds 8 pouces, ou de 25 pieds 8 pouces : quant au sextant de 40 coudées, son rayon, en partant des mêmes valeurs de la coudée, devoit être de 51 pieds 6 pouces, de 57 pieds 9 pouces, ou de 58 pieds 6 pouces. Comme la coudée noire de 27 doigts est celle qui paroît avoir été le plus en usage chez les Arabes, celle qui du moins a servi pour la mesure du degré, il est probable que c'est de cette coudée dont il est question. Alors cet instrument ayant 57 pieds 9 pouces de rayon, le degré auroit répondu à une étendue de 12 pouces 1, 22 lignes, la minute à 2, 42 lig., les 10" à 0, 40 lignes, & la seconde à 0, 04 lignes. Remarquons qu'on ne peut pas supposer que cet instrument ait été un gnomon : il est bien qualifié de sextant dont le limbe étoit divisé en secondes ; & comme $\frac{1}{17}$ de ligne n'auroit pas été sensible, il faut croire qu'il étoit divisé par transversales. Quelque étonnante qu'ait été l'exécution d'un pareil instrument ; comme nous voyons d'un côté le témoignage positif des Arabes, accompagné de la circonstance que le limbe étoit divisé en secondes, & que de l'autre nous voyons une observation presque unique chez ces peuples, en ce qu'elle paroît faite avec la précision d'une seconde, il nous semble difficile de ne pas admettre la réalité de l'instrument. M. le Monnier est de ce sentiment (c). Ajoutons que l'air simple dont les Arabes rapportent ces faits, est

(a) Transf. phil. N°. 163.
Abulpharage, p. 229.

(b) *Suprà* Eclairc. p. 507 & 526.
(c) Mém. Acad. des Sc. 1745, p. 524.

l'expression de la vérité. On admire plus ce qu'on a imaginé que ce qu'on a exécuté ; s'ils avoient menti pour se donner un mérite , ils se seroient loués en même tems.

§. XXIV.

M. BERNARD cite plusieurs auteurs Arabes , à peu près du même tems ; qui ont observé l'obliquité de l'écliptique ; Abu-Joaffer-Alchafan , avec son associé Abufadus Harwanensis , à Edesse , la trouverent un peu moins de $23^{\circ} 35'$ vers 970.

Abul-Vaffi Albuziani , & Abn-Hamed Saganienfis , l'observerent à Bagdad très-près de $23^{\circ} 35'$ vers 987. Ce qu'il y a de singulier , c'est que M. Bernard , après avoir rapporté toutes les observations connues de l'obliquité de l'écliptique depuis celles d'Eratoſthènes & d'Hypparque , jusqu'à celles des Arabes & d'Ulug-Beg , qui toutes vont très-sensiblement en diminuant , en conclut que l'obliquité a toujours été la même depuis le commencement du monde.

Haly-Aben-Rodoan ne fut qu'un astrologue vers 1024 ; il a fait un Commentaire sur les Centuries & le Tetrabiblon de Ptolémée , un livre sur les trois natiuités. On lui attribue encore un ouvrage sur la projection des rayons.

Nous avons placé ici cet Astrologue , suivant Riccioli & M. Weidler (b). Snellius , à la fin de son traité de la comete de 1618 (c) , dit qu'Hali-Aben-Rodoan , l'an 92 de l'hégire , ou l'an 711 de notre ère , observa une comete dans le 19° du Scorpion ; mais il nous paroît peu vraisemblable qu'un siècle avant Almamon , un Arabe ait pu être assez éclairé pour connoître Ptolémée , & pour écrire sur la projection des rayons. C'est pourquoi nous l'avons laissé à l'époque assignée par Riccioli.

§. XXV.

ARSACHEL perfectionna la méthode de déterminer les élémens de la théorie du soleil. Hypparque & Ptolémée avoient employé deux observations d'équinoxes , & une de solstice , parce que l'apogée étant dans le signe des Gémeaux , & voisin du solstice , on avoit ainsi une observation près de l'apogée ou du périégée , & deux autres dans les moyennes distances.

(a) Transf. philos. N^o. 163.

(b) Almag. Tome I , p. XXXV.

Weidler , p. 214.

(c) Pag. 66 & 67.

Arfachel remarquant que les observations de solstices étoient toujours incertaines, & se voyant possesseur d'un grand nombre d'observations du soleil, faites dans tous les points de son orbite, employa deux équinoxes & une de ces observations; il fit voir même que l'on pouvoit employer trois observations quelconques, pourvu qu'elles ne fussent pas dans des points trop voisins les uns des autres (a).

Albategnius avoit observé l'apogée du soleil dans $22^{\circ} 17'$ des Gémeaux (b); Arfachel le trouva dans $17^{\circ} 50'$. Les astronomes du siècle passé se sont tourmentés pour décider si le mouvement de l'apogée du soleil étoit toujours direct, s'il étoit toujours égal, & pour juger lequel s'étoit trompé, des deux astronomes Arfachel & Albategnius. Aujourd'hui que nous connoissons assez bien la quantité & la marche égale & progressive de cet apogée, nous savons qu'en 883, à l'époque d'Albategnius, il devoit être vers $21^{\circ} 51'$ des Gémeaux, mais que du tems d'Arfachel, en 1076, loin d'avoir reculé, il devoit avoir avancé de $3^{\circ} 31'$ (c). Arfachel avoit observé l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 34'$ (d).

Aben-ezra, dans son livre intitulé *initium sapientia*, dit qu'aucun astronome contemporain ne fut comparable à Arfachel. Cela pourroit être vrai, sans faire un très-grand honneur à Arfachel. Le génie des Arabes les abandonnoit, & leur regne étoit déjà passé. Aben-ezra nous apprend encore qu'il étoit postérieur de 71 ans à Arfachel. Cet Aben-ezra fut aussi un astronome, mais duquel il ne nous est rien resté. Son opinion sur la longueur de l'année, qui n'est que celle d'Albategnius, est rapportée par le cardinal Cusa. Aben-ezra a rendu un service à l'histoire de l'Astronomie, en nous conservant les trois sphères dont Scaliger nous a laissé la description, & dont nous avons parlé dans l'Astronomie ancienne.

§: X X V I.

ALHAZEN a fait aussi un petit traité des crépuscules, dans lequel il cherche la hauteur de l'atmosphère, ou le terme du fluide grossier, capable de réfracter la lumière. Il y parvient au moyen de trois conditions, savoir, que le point cherché soit dans l'horizon sensible, qu'il ne soit pas dans le cône d'ombre de la terre, & que cependant il en soit très-proche, puisque dans la position précédente de l'ombre de la terre, la lumière du

(a) Snellius, *ibid.*

(b) Albategnius, c. 28.

(c) V. les Tables du soleil de M. de la Caille.

(d) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XXXI.

crépuscule

crépuscule ne paroïssoit pas encore. L'observation de la durée du crépuscule lui avoit appris qu'il commence lorsque le soleil est abaissé d'environ 19° sous l'horizon. Il savoit que la circonférence de la terre étoit de 24000 milles; il trouva le rapport de la hauteur de l'atmosphère au rayon du globe comme $0^{\circ} 48' 50''$ à 60° ; ce qui donne cette hauteur de $51 \frac{48}{60}$ milles (a), équivalens à 44331 toises, suivant l'évaluation du mille persien qui est celui dont Alhazen s'est servi (b), ou de $19 \frac{2}{3}$ lieues de 25 au degré. Nous avons vu que Possidonius donnoit à cette hauteur environ 15 lieues (c); ce qui est exactement conforme à la détermination de M. de la Hire. Nous soupçonnerions volontiers que la méthode dont Possidonius s'est servi, étoit semblable à celle qu'emploie ici Alhazen; mais cette présomption ne suffit pas pour ôter à celui-ci une détermination, qui est dans son ouvrage.

§. XXVI.

ALHAZEN, selon Riccioli (d), crut démontrer que les astres paroissent plus petits au zenith. On avoit remarqué que l'effet de la réfraction tend à diminuer les distances des étoiles. On en avoit conclu que les diamètres horizontaux des astres devoient être dans le même cas. Rigoureusement parlant, la réfraction, en élevant tous les astres dans leurs verticaux qui concourent au zenith, fait paroître les astres plus près de ce point de concours; ils occupent un espace plus serré, & pourroient paroître plus petits, si la réfraction étoit plus grande. Mais la quantité est trop petite; elle les élève ou les rapproche trop peu du zenith, pour que la diminution soit sensible. Il s'ensuit que la distance des deux extrémités d'un diamètre horizontal, la distance de deux astres, qui ont la même hauteur, n'est pas sensiblement diminuée; elle ne peut l'être que lorsque les astres sont à différentes hauteurs. Or les deux extrémités du diamètre sont toujours à la même hauteur. Alhazen ne s'est pas trompé; il dit lui-même qu'à cet égard l'effet de la réfraction est insensible (e).

Remarquons que les Arabes avoient bien observé qu'un objet étoit grossi quand on le voyoit à travers une sphere de cristal; ils avoient même remarqué que l'objet prenoit la forme d'une zone autour de l'axe de la sphere (f).

(a) Alhazen, de crepusculis, c. 6.

(b) Suprà p. 148, voyez la note.

(c) Suprà, p. 131.

(d) Riccioli, Almag. T. II, p. 643.

Alhazen, de crepusculis, Lib. VII, 52.

53, 54.

(e) Ibid. 55.

(f) Ibid.

Cette zone, qui est une vraie déformation de l'objet, les a empêchés sans doute de faire usage du grossissement observé, & de parvenir à la théorie des verres optiques. Le traité d'optique d'Alhazen est en sept livres que Frederic Risner a fait imprimer à Bâle en 1572. On trouve à la fin le traité qu'Alhazen avoit composé sur les crépuscules.

§. XXXIII.

GEHER, Espagnol, fleurit dans le même siècle; il traduisit l'Almageste en neuf livres, qui furent imprimés à Nuremberg en 1533. Geber reprocha plusieurs erreurs à Ptolémée; nous en avons parlé (a). Il plaça cependant Mercure & Vénus au-dessus du Soleil, comme les trois planetes supérieures, parce que les unes ont, comme les autres, des stations & des rétrogradations. En les plaçant au-delà, comme Ptolémée, il les fit mouvoir comme lui autour du centre de la terre. Il traite au commencement de sa traduction de Ptolémée, de la résolution des triangles sphériques, théorie nécessaire au calcul astronomique. On lui fait honneur, dit l'historien des mathématiques, des deux principaux théorèmes qui fondent cette théorie, au lieu de la règle embarrassée dont les anciens faisoient usage. Son ouvrage est du moins le premier où l'on rencontre cette découverte: il étoit ennemi des longs calculs, & il le témoigna si souvent, que Snellius lui donne l'épithète de *calcolorum osor* (b). Si c'est à l'envie de les abrégés que nous devons ses inventions trigonométriques, on peut dire que la paresse, si peu propre à produire de bons effets, en a produit ici un très-heureux (c). On dit que Geber avoit composé une machine, qui réunissoit tous les instrumens de Ptolémée; aussi Regiomontanus l'appelle *machina collectitia* (d). Il a voulu corriger les hypothèses de Ptolémée; mais Copernic qui n'a pas été content de ces changemens, les taxe de chicanes plutôt que de corrections (e). Geber est postérieur à Arfachel, puisqu'il le cite (f).

§. XXXIX.

ALMANSOR, ou Alméon fleurit vers 1140 ou 1150 (g); il s'occupa de la recherche de l'obliquité de l'écliptique, qu'il trouva de $23^{\circ} 33' \frac{1}{2}$ (h). Il

(a) *Suprà*, p. 548

(b) *In Append. ad observ. hassiac.* p. 102.

(c) *Hist. des Math.* Tom. I, p. 352.

(d) Regiomontanus, *de Torquetis, pref.*

(e) Wardhus, *Pref. astr. geomet.* p. 4.

(f) Riccioli *Almag.* T. I, p. XXXV.

(g) Bouillaud, *Astron. philol.*

(h) *Ibid.* p. 15.

Transactions philos. N°. 263, abrégé; T. I, p. 262.

construisit de nouvelles Tables astronomiques que l'on conserve manuscrites dans la bibliothèque Bodléienne. Il étoit d'ailleurs livré à l'astrologie ; il a laissé un ouvrage de ce genre, qui est imprimé à la suite de l'édition de Julius Firmicus, faite à Bâle en 1551.

Humenus fut un Egyptien qui dressa aussi des Tables astronomiques en arabe (a).

Albohazen, vers 1250, composa un traité du mouvement & du lieu des étoiles fixes, que Rabi Juda traduisit d'arabe en espagnol, & qu'il dédia à Alphonse, Roi de Castille. C'est sur la lecture de ce livre qu'Alphonse adopta un sentiment plus sain, celui d'Albatagnius sur le mouvement des fixes & sur la quantité de ce mouvement. Les Tables alphonfines avoient été publiées en 1252 : il les reforma à cet égard dans une nouvelle édition, en 1256 (b).

Vers le même tems Aben-Ragel écrivit huit livres des passages des astres, qui ont été mis au jour en latin avec des extraits & des traités de Messala, d'Alkindi, d'Avenar, d'Omar, de Zahel par Antoine Surpa & Pierre Lichtenstein à Bâle en 1571. Alcabitius composa des Elémens d'astrologie, qui ont été traduits en latin barbare. Valentin Nabod corrigea cette traduction, & la fit imprimer avec un Commentaire à Cologne en 1560 (c).

§. XXX.

Quoique les Arabes ne cultivassent l'astronomie que relativement à l'astrologie, on ne peut nier cependant qu'ils n'aient été utiles à la science par leurs observations & par leurs travaux ; ils sentirent même toute l'utilité de l'astronomie pour la géographie. Les Arabes eurent un grand nombre de géographes, dont plusieurs sont célèbres, ont d'autres, Esferiphus, Essachel, dont l'ouvrage étoit si estimé, que Roger, Roi de Sicile, disoit que Ptolémée n'avoit décrit qu'une partie du monde, mais que ce géographe avoit embrassé l'univers entier (d) ; Abulfeda, Prince de Syrie & fameux géographe, qui a laissé une description fort estimée de l'Arabie, dont une partie a été publiée en arabe & en latin à Londres par Græves en 1650 (e).

(a) Christmann, *ad Alfergan*.
Weidler, p. 216.

(b) *Aug. Ricc. de motu orb. spher. c. 46.*
Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. XXIX.

(c) Bayle, *Dict. hist.* T. I, p. 135.
Weidler, p. 218.

(d) Weidler, *ibid.*

(e) *Ibidem*, p. 229.

§. XXXI.

Nous placerons ici la notice de plusieurs ouvrages dont il est fait mention dans les bibliothèques orientales d'Horninger & d'Herbelot.

Ibn-Heiten ; de la manière de trouver exactement la hauteur du pôle ; du mouvement du centre de l'épicycle lunaire ; de la mesure de la terre , du soleil & de la lune.

Abu-Schel ; de l'explication du planisphere.

Ibn-Schiatir ; préceptes généraux d'astronomie ; traité des instrumens astronomiques , & de leur usage.

Ibn-Iahia ; des erreurs des astronomes.

Abuschaker ; Théorie des planetes , démontrée & corrigée sur de nouvelles observations.

Ibn-Sina ; des meilleurs instrumens pour observer les phénomènes célestes (a).

Les Tables astronomiques d'*Ebn-Ali*, fils d'Iahia l'architecte , qui est un autre sans doute que l'astronôme dont nous venons de parler.

Les Tables astronomiques d'*Ebn-Almassih*, mort l'an 1047 environ.

Les Tables astronomiques d'*Ebn-Schater*. Cet ouvrage a été commenté ; abrégé , augmenté par plusieurs astronomes ; il falloit que ce fût un bon ouvrage.

Tables astronomiques d'*Ebn-Jounos*, le même sans doute qu'Ibn-Ionis qui cite Alfergan. Il vivoit vers 976.

Tables astronomiques par *Abou-Hanifah*, vers 1238.

Les Tables astronomiques d'*Albumasar*, calculées suivant la chronologie & la forme des années persiennes.

Tables astronomiques de *Kouschiad*, en deux livres , dont le premier contient les calculs du mouvement des astres ; le second traite de leurs mouvemens , de leurs sphares & de leurs épicycles. Kouschiad étoit Perfan.

Tables astronomiques d'*Aboucaffem*, qui vivoit vers 913.

Tables astronomiques d'*Aboulseth-Abdalrahmen*, qui vivoit vers 1107 ; dédiées à Almerouzi. Le Sultan Sangiar donna à leur auteur mille dinars d'or.

Tables astronomiques de *Tabani*, les plus exactes qui eussent encore paru. L'auteur y compare le calcul des ères & des époques des Grecs à celui des Arabes. Kouschiad y ajouta celui des ères persiennes.

(a) Horninger, *Bibliot. orient. cap. 11*, p. 150.

Tables astronomiques de *Scheich-Aboulvasa-Mohammed-ben-Ahmed-Albouzgiani*. Cet auteur entreprit d'examiner & de corriger les observations faites du tems d'Almamon : il eut plusieurs commentateurs.

Tables astronomiques de *Schamseddin-Mohammed-ben-ali-Khogiah*. L'auteur avoit observé pendant 40 ans avec les meilleurs instrumens , pour mesurer la quantité des corps célestes par rapport au cercle du premier mobile , & au cercle de la terre ; c'est-à-dire , pour mesurer la différence de leur proximité & de leur éloignement. Un Arabe Hagikkalfah a observé qu'il n'y avoit point de proportion sensible entre la grandeur du corps de la terre & la grandeur du ciel de Mars , & que par conséquent il n'y a pas moyen de mesurer l'une par l'autre. C'est pourquoi , dit Herbelot , toutes les Tables & observations astronomiques des Orientaux sont différentes entr'elles , & il n'y a point de Tables plus justes que celles qui ont été dressées par les Chrétiens ; mais tout cela est fort mal expliqué. Pour prononcer avec quelque équité , il faudroit être mieux instruit. Depuis Aristarque & Ptolémée , on savoit qu'il n'y a point de proportion bien sensible entre le globe de la terre & la sphere de l'orbe du Soleil ; à plus forte raison entre ce globe & la sphere de l'orbe de Mars qui est plus grande. Les Arabes avoient trop étudié Ptolémée pour s'y être trompés ; & l'auteur vouloit dire peut-être qu'il avoit observé l'espace que le corps de Mars occupe dans le cercle du premier mobile, ou dans l'équateur : ce qui est exact , puisqu'aujourd'hui nous n'observons la grandeur des diamètres qu'en parties de l'équateur. Nous avons la preuve , dans l'ouvrage d'Albategnius sur les étoiles , que les Arabes avoient essayé de mesurer les diamètres & les grandeurs relatives des astres (a) : faute de lunettes & de micrometres , ils ont fait sans doute de mauvaises observations ; mais ici on leur fait faire de mauvais raisonnemens ; ce qui est pis.

Tables astronomiques du *Scheikh-Aboulfeth*, dit Alfofi ; ouvrage composé pour rectifier les Tables de Samarcande ou d'Ulug-Beg (b).

Herbelot cite encore plusieurs autres Tables astronomiques , mais ce ne sont que des compilations.

§. XXXII.

ENTRE les livres rapportés de Perse à Trébizonde par Chioniades , étoit celui qui est intitulé *construatio expedita*. C'est d'après ces livres que George

(a) Albategnius, *de stellis*,
Infrà, Liv. VIII, §. 13 & 14.

(b) Herbelot, *Bibliothèque orientale*,
p. 934.

Chryfococca rédigea les Tables persiennes, qui sont en manuscrit à la bibliothèque du Roi, & que Bouillaud a imprimées par extrait à la fin de son *Astronomie philolaïque*.

M. de l'Isle a déduit de ces Tables que l'année tropique des Perses étoit de $365^{\text{J}} 5^{\text{h}} 49' 3'' \frac{1}{2}$, le mouvement de l'apogée du soleil de $5'' 25''' \frac{1}{2}$, & l'année anomalistique de $365^{\text{J}} 6^{\text{h}} 9' 55'' \frac{1}{2}$. Par un autre calcul il avoit trouvé $9' 52'' \frac{1}{2}$ (a). Edouard Bernard (b) donne quelques positions d'étoiles, qui paroissent tirées de ces Tables; ce sont les positions de Ptolémée, auxquelles on a ajouté $15^{\circ} 10'$, d'où le mouvement des fixes résulte de 1° en 65 ans. L'obliquité de l'écliptique dans ces Tables est supposée de $23^{\circ} 35'$ (c); l'équation du centre du soleil de $2^{\circ} 0' 30''$, & le lieu de l'apogée, la première années d'Isdegird, dans $2^{\circ} 17^{\circ} 50' 7''$ (d).

La longueur de l'année tropique, suivant Ptolémée, est de $365^{\text{J}} 5^{\text{h}} 55' 12''$, & l'équation du centre de $2^{\circ} 23'$.

Suivant les Indiens, cette même année est de $365^{\text{J}} 5^{\text{h}} 50' 54''$, & l'équation du centre est $2^{\circ} 10' 31''$. Il est aisé de voir que les élémens de ces trois différentes Tables ne se ressemblent point, & n'ont pas été copiés les uns sur les autres.

§. XXXIII.

Les astronomes employés par Holagu, eurent d'abord en chef le fameux Nassiredin, & pour adjoints Al-Moviad de Damas, Al-Fakhir, Al-Maraghi qui étoit de Moussel, Al-Fakh, Al-Calathi de Teflis, Nagmeddin-ben-Debiran-al-Calvini, & Yahi-ebn-Almagrebi. Ils commencerent à travailler l'an 657 de l'hégire, ou 1257 de notre ère : ils avoient représenté au Monarque Tartare que ce ne seroit pas trop de 30 ans pour donner aux observations & aux Tables, qui en résultant, toute l'exactitude nécessaire. Ce Prince les exhorta à y travailler avec tant de zèle & d'assiduité, que leur travail pût être fini en 12 ans : en effet Nassiredin publia l'an 669 de l'hégire, en langue persienne, son ouvrage, qui est divisé en quatre parties; la première traite des ères & des époques, les deux autres du mouvement & des révolutions des planètes, la quatrième des étoiles fixes. Les positions des étoiles de ce catalogue, comparées à celles de Ptolémée,

(a) Manuf. de M. de Lisle, N^o. 13, 12. F.

(b) Transac. philosoph. abrégé, tom. I, p. 246.

(c) Ibid. p. 272.

Astron. philol. prolog. p. 25.

(d) *Astron. philol.* p. 221.

supposent le mouvement en longitude de 1° en 67 ans (a); c'étoit la quantité de ce mouvement, telle qu'elle a été établie chez les Perses, chez les Indiens & presque dans toute l'Asie. Plusieurs Arabes ont commenté & augmenté ces Tables, qui portent le nom de Tables Hekaniques, en l'honneur du Prince sous les auspices duquel elles furent construites.

§. XXXIV.

NASSIREDDIN étoit né l'an de l'hégire 597, & mourut l'an 672, ou 687, après avoir vécu 73 ans, ou 87 ans solaires. Weidler raconte (b) que Nassireddin ayant été mal accueilli de Mostafem, sultan de Bagdad, se retira en Perse sous la protection des Empereurs Mogols. On ne peut pas vérifier ce fait par la Bibliothèque orientale d'Herbelot; car cet auteur rapporte le fait comme vrai dans un endroit, page 453, & s'en mocque dans un autre, page 666. Quoi qu'il en soit, Holagu lui donna l'administration de tous les collèges dont il étoit devenu le maître. Cet astronôme étoit géomètre, il a travaillé sur les élémens d'Euclide, sur les sphériques de Théodose & sur les coniques d'Apollonius. Il avoit aussi traité dans d'autres ouvrages, de la morale, de l'économie politique, & de la loi musulmane (c).

Nassireddin est auteur d'une Table géographique que Gréaves a traduite en latin & publié à Londres en 1652; on y trouve les longitudes & les latitudes des principales villes de l'Asie. Le premier méridien d'où l'on compte les longitudes, est établi dans les îles Fortunées, comme avoit fait Ptolémée, qui a placé ce premier méridien au point le plus occidental connu. Il reste à savoir pourquoi les anciens ont compté les longitudes comme nous le faisons encore aujourd'hui, de l'ouest à l'est, plutôt que de l'est à l'ouest. Il sembleroit plus naturel de compter les longitudes dans le sens du mouvement diurne du soleil, & de la marche de sa lumière sur la terre. Les Tables de Nassireddin, ou les Tables Hekaniques, sont construites sur les observations faites à Marag; il faut entendre cependant que les moyens mouvemens ont été déterminés par la comparaison des observations anciennes; douze années n'auroient pas suffi, à beaucoup près. Nassireddin y a adopté les sentimens des astronomes d'Alexandrie, & y combat les hypothèses du huitième ciel, imaginées par les Arabes (d); c'est-à-dire sans doute,

(a) Abrégé, Transac. philos. Tome I, p. 246.
(b) Weidler, p. 228.

(c) Herbelot, Bibliot. orient. p. 665.
Chardin, T. V, part. II, 1723.
(d) Weidler, p. 228.

la *trépidation* ou *l'oscillation* que Thebith avoit cru remarquer dans le mouvement des fixes en longitude. On croit que Nassiredin a pu aller jusqu'à la Chine avec les Tartares, & que c'est ainsi qu'il avoit acquis les connoissances sur l'astronomie des Cathaïens ou des Chinois, que l'on trouve dans son ouvrage (a). Il établit par ses observations l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 30'$ (b).

§. XXXV.

AL-NODDAM, dont le vrai nom est Houssain-ben-Mohamed-al-Nîschabouri, dit al-Amni, l'aveugle, surnommé Nadham (c), a fait des notes sur les Tables de Nassiredin; il observa l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 33'$ (d). Ce même astronôme assuroit que cette obliquité étoit décroissante; ainsi la découverte n'est que renouvelée de nos jours. L'opinion de cet astronôme se lie aux conjectures que nous avons proposées (e), & peut faire croire que la connoissance de cette diminution est plus ancienne qu'on ne le pense.

Shah-Cholgius fut un astronôme Persan, né dans la Bactriane, qui florissoit vers 1448; il ajouta un ample commentaire aux Tables ilékaniques: ses hypothèses & ses élémens astronomiques sont presque en tout conformes à ceux de Ptolémée, comme nous l'avons remarqué; Gréaves en a traduit une partie imprimée à Londres en 1652.

Dans ces Tables, on voit que les Persans n'ont fait que copier Ptolémée; ils établissoient le rapport de l'excentricité du soleil au rayon de son orbite, comme Hypparque, de $2\frac{1}{2}$ à 60. Les équations des autres planetes sont les mêmes que celles de Ptolémée; les nœuds, comme dans l'Almageste, n'ont pas d'autre mouvement que celui des étoiles fixes; en un mot cette astronomie persanne n'est que l'astronomie d'Alexandrie, à l'exception des moyens mouvemens, qui paroissent avoir été établis sur de nouvelles observations, puisqu'ils sont différens de ceux de Ptolémée. On voit par le titre des Tables ilekaniques, que ces tables furent dressées sur les anciennes observations comparées aux modernes, c'est-à-dire, à celles de Nassiredin (f). Voici

(a) Greaves, préface des Tables d'Ulug-Beg.

(b) Shah-Cholgius, *Astronomica quadam*, &c. p. 56.

(c) Herbelot, *Bibliothèque orientale*, p. 934.

(d) *Transf. philos.* N°. 163, abrégé, T. I, p. 261.

(e) *Histoire de l'Astronomie ancienne*, p. 242 & 333.

(f) *Catalogue des manuf. de la biblioth. du Roi*, p. 287, N°. 163.

une comparaison de ces moyens mouvemens annuels à ceux de Ptolémée & aux modernes.

Perfans.	Ptolémée.	Modernes
$\begin{Bmatrix} \text{H} & 0^{\circ} & 12^{\circ} & 12' & 48'' \\ \text{P} & 1^{\circ} & 0^{\circ} & 19' & 43'' \\ \text{A} & 6^{\circ} & 11^{\circ} & 16' & 19'' \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} . & . & 0^{\circ} & 12^{\circ} & 13' & 24'' \\ . & . & 1^{\circ} & 0^{\circ} & 20' & 23'' \\ . & . & 6^{\circ} & 11^{\circ} & 16' & 54'' \end{Bmatrix}$	$\begin{Bmatrix} . & . & 0^{\circ} & 10^{\circ} & 13' & 36'' \\ . & . & 1^{\circ} & 0^{\circ} & 20' & 34'' \\ . & . & 6^{\circ} & 11^{\circ} & 17' & 9'' \end{Bmatrix}$

§. XXXVI.

LES Persans ont quarante-neuf constellations comme Hypparque, c'est-à-dire, une de plus que Ptolémée; il y a quelque différence dans les noms. Les constellations boréales du Bouvier & du Serpenteaire sont nommées chez eux *Aava* la grande & la petite, c'est-à-dire, Eve, mere du genre humain: ils appellent Hercule l'*Homme à genoux*; Cassiopée, l'*Homme sur une chaise*; Persée, l'*Homme tenant une tête de femme*; Andromède, la *Femme enchaînée*; Orion est nommé le *Violent*. On voit ici la confirmation de ce que nous avons dit, que chez les anciens les constellations désignées par des figures d'homme, de femme, étoient sans nom, & n'étoient caractérisés que par les passions & les attitudes de ces figures; c'est ce qui nous a fait penser qu'elles y avoient été placées par l'astrologie. Ceci prouve encore que la sphere des Persans n'est point l'ouvrage des Grecs d'Alexandrie, les noms se feroient conservés; ce sont au contraire les Grecs, qui ont pris cette ancienne sphere, & qui ont ajouté les noms qui y manquoient.

A l'égard de la Baleine, du Centaure, d'Antinoüs & de Céphée, ils leur ont donné les noms de quelques-uns des anciens géans (a). Nous ignorons si ces géans, qui furent les premiers hommes, ne sont pas fabuleux; mais on peut dire sans hyperbole que la mémoire de leur existence, véritable ou fabuleuse, subsiste dans la terre entière.

Toutes ces constellations sont dessinées dans le livre d'Abul-Rahmen, qui sans doute est le même qu'Abdul-Rahman-Alfophi.

§. XXXVII.

LEURS Tables astronomiques sont celles d'Holagu & d'Ulug-Beg, dont nous parlerons bientôt; ils n'ont ni télescopes, ni globes, ni cartes, soit

(a) Chardin, Tome V, pages 86 & 87.

célestes, soit terrestres (a). L'instrument dont ils se servent pour observer les hauteurs & les latitudes, est l'astrolabe que nous avons décrit, & le bâton de Jacob, dont on a fait assez long-tems en Europe usage sur mer. Ils ont des quarts de cercle fort grands, mais ils ne s'en servent gueres; non plus que des regles de Ptolémée, des anneaux astronomiques, & des autres instrumens pareils dont ils ont des figures, mais dont ils ne font point d'usage. Les savans du pays disent qu'on lit dans les livres des anciens astronômes, qu'ils se servoient de ces grandes machines immobiles, comme ils apprennent des étrangers qu'on s'en sert en Europe, *mais qu'eux ne s'en servent point, parce qu'il y faut trop de peine & de dépense, & parce que les anciens leur ont laissé les phases si exactes, qu'il n'est pas besoin qu'ils se donnent la peine de les examiner* (b). Voilà le langage de la paresse orientale; mais en même tems le témoignage d'un état ancien des choses, où l'astronomie étoit cultivée, & où l'on construisoit de grands instrumens.

Au reste, selon le rapport de Chardin, leurs petits astrolabes sont très-curieusement travaillés avec beaucoup d'exactitude, de délicatesse & de netteté; aussi ce sont le plus souvent les astronômes qui les font eux-mêmes.

§. XXXVIII.

Les astronômes, qui aidèrent Ulug-Beg dans ses observations, furent Gaïetheddin, Jamchid, Salaheddin, Cadizade, & son fils Ali-Kushgius, qui étoient persans. C'est sans doute au fameux gnomon de 180 pieds qu'on détermina la hauteur du pôle de Samarcande; Gréaves remarque qu'il a fallu des instrumens d'une grande exactitude pour la fixer à $39^{\circ} 37' 23''$: Gréaves fonde sans doute la précision de cette observation sur ce que les secondes y sont marquées. Nous convenons que c'est une présomption; mais ce n'est pas toujours une preuve.

Au moyen d'un pareil instrument, Ulug-Beg & ses astronômes purent cependant déterminer avec assez de précision la hauteur du soleil, sa déclinaison, & l'obliquité de l'écliptique; aussi les Tables qui furent construites sur ces observations, étoient si exactes pour ce tems, qu'on les a presque toujours trouvées d'accord avec celles de Tycho,

(a) Chardin, Tom. V, p. 85.

(b) *Ibid.* page 89.

Elles sont divisées en quatre parties, la première traite des époques, la seconde des tems (sans doute des révolutions), la troisième du mouvement des planètes, la quatrième des étoiles fixes. De tous ceux qui eurent part à ce travail, Ali-Kushgius fut le seul qui survécut; il achéva l'ouvrage avec Ulug-Beg. Ce prince avertit dans la préface que malgré ses occupations royales, il a cru devoir achever l'ouvrage que son précepteur Salaheddin avoit laissé imparfait en mourant. Ce goût pour les sciences, & cet attachement pour celui qui lui en avoit donné les principes, font beaucoup d'honneur à Ulug-Beg.

Le manuscrit persan de ces Tables se trouve dans la bibliothèque du Roi à Paris, dans celle d'Oxford, & parmi les papiers de feu M. de Lisle, qui sont au dépôt de la marine; Thomas Hyde en a séparé le Catalogue des étoiles fixes, qu'il a traduit en latin, & qu'il a fait imprimer avec un Commentaire à Oxford en 1665. La Table géographique des longitudes & des latitudes d'Ulug-Beg a été publiée avec celle de Nassiredin par Gréaves à Londres en 1652.

§. XXXIX.

ULUG-BEG est le second auteur d'un Catalogue des étoiles fixes; car l'astronôme Arabe, nommé Abdal-Rahman-al-Suphi (a), n'a fait que copier le Catalogue de Ptolémée. Ulug-Beg avoit vérifié quelques-unes des positions du Catalogue de cet Arabe, & comme il ne les trouva pas exactes, il se détermina à le recommencer; il y avoit vingt-sept étoiles trop australes pour être observées de Samarcande, il les tira du livre d'Al-Suphi (b). Le Catalogue d'Ulug-Beg est daté de 1437.

Ulug-Beg observe dans sa préface qu'il y a huit étoiles marquées dans le Catalogue de Ptolémée & d'Al-Suphi, qu'il n'a pu retrouver dans le ciel; ces étoiles sont une du Cocher, l'onzième du Loup, & les six étoiles informes qui sont auprès du Poisson austral. Nous, après une vérification exacte des deux Catalogues de Ptolémée & d'Ulug-Beg, nous en avons trouvé onze de moins dans ce dernier; & ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que ce ne sont point des petites étoiles: il y en a trois de la cinquième grandeur, quatre de la quatrième, & quatre de la

(a) *Suprà*, p. 597.
Herbelot, p. 9 & 58.

(b) Hyde, *Tables d'Ulug-Beg*, in *pref.*
page 2.

troisième. Mais ce qui est tout-à-fait extraordinaire, c'est que les six informes du Poisson austral, dont il y en a quatre de la troisième grandeur, ne se trouvent plus dans aucun Catalogue. Ces étoiles ont-elles disparu, ou n'est-ce pas quelque méprise de celui, qui les a introduites dans le Catalogue? Nous avons cru devoir faire mention de ces omissions en faveur de ceux, qui rechercheront un jour les vicissitudes qu'éprouvent les étoiles fixes.

Ulug-Beg détermina le mouvement des fixes d'un degré en 70 ans; c'étoit approcher beaucoup de la vérité; d'où il avoit établi le mouvement annuel de $51'' 26'''$, & le tems de la révolution totale de 25200 (a).

On trouve dans ces Tables l'équation du soleil de $1^{\circ} 55' 53'' 12'''$ plus grande de $21'' \frac{1}{2}$ seulement que dans les Tables de M. de la Caille; l'époque de la longitude du soleil, réduite à Greenwich le 3 Juillet 1437 à $19^{\text{h}} 40' 40''$ dans $4^{\text{s}} 29^{\circ} 16' 24''$, plus petite de $1^{\circ} 48''$ que celle des Tables de Halley. Remarquons que les Orientaux disposent leurs Tables de manière que leurs équations sont toujours additives: ainsi cet usage, que nous suivons quelquefois, nous vient de l'Asie (b).

On y trouve encore une année fidérale de $365^{\text{d}} 6^{\text{h}} 10' 8'' 9''' 23''''$, qui est encore plus grande que la nôtre d'environ $1' 10''$ (c).

Ulug-Beg observa l'obliquité de l'écliptique avec un grand appareil d'instrumens, & la trouva de $23^{\circ} 30' 17''$ (d). Cette observation, dépouillée de l'effet de la réfraction & de la fausse parallaxe qu'on y avoit appliquée, donne $23^{\circ} 31' 58''$.

§. X L.

LA méthode des Siamois, dit Dominique Cassini, ne fait point usage des Tables, mais seulement de l'addition, soustraction, multiplication, division, sans qu'on puisse distinguer d'abord à quels élémens ces nombres se rapportent.

» On cache sous ces nombres diverses périodes d'années solaires, de
» mois lunaires & d'autres révolutions, & le rapport des uns avec les
» autres. On cache aussi sous ces nombres diverses especes d'époques qu'on

(a) Hyde, Tables d'Ulug-Beg, *in pref.*
page 4.
Shah - Cholgus, *Astronomica quædam*,
page 30.

(b) Manuscrits de M. de Lisle, N^o 13,
& 14. C.
(c) *Ibid.* N^o. 13, 14, L.
(d) *Ibid.* N^o 13, 14, B.

« ne distingue point, comme sont l'époque civile, celle des mois lunaires, des équinoxes, des apogées & du cycle solaire. Les nombres dans lesquels consiste la différence entre ces époques, ne sont pas ordinairement à la tête des opérations auxquelles ils servent, comme ils devroient être selon l'ordre naturel; ils sont souvent mêlés avec certains nombres, & les sommes ou les différences sont multipliées ou divisées par d'autres; car ce ne sont pas toujours des nombres simples, mais souvent ce sont des fractions tantôt simples, tantôt composées, sans être rangées en forme de fractions, le numérateur étant quelquefois dans un article & le dénominateur dans un autre, comme si on avoit eu un dessein formé de cacher la nature & l'usage de ces nombres. On entremêle au calcul du soleil des choses qui n'appartiennent qu'à la lune, & d'autres qui ne sont nécessaires ni à l'un ni à l'autre, sans en faire aucune distinction. On y confond ensemble des années solaires & des années luni-solaires, des mois de la lune & des mois du soleil, des mois civils & des mois astronomiques, des jours naturels & des jours artificiels. On y divise le zodiaque, tantôt en douze signes, selon le nombre des mois de l'année, tantôt en vingt-sept parties, selon le nombre des jours que la lune emploie à parcourir le zodiaque, & tantôt en trente, selon le nombre des jours que la lune met à retourner au soleil. On n'y parle point d'heures dans la division du jour; mais il s'y trouve des onzièmes, de sept cent troisièmes, & des huit centièmes parties de jour, qui résultent des opérations arithmétiques que l'on prescrit.

« Cette méthode est ingénieuse; étant développée, rectifiée & purgée des choses superflues, elle sera de quelque utilité, se pouvant pratiquer sans livre: c'est pourquoi j'ai tâché de la déchiffrer » (a). Les Tables des Indiens, rapportées par M. le Gentil, présentent les mêmes difficultés, & ressemblent à celles-ci par la construction, quoiqu'elles en diffèrent par les élémens.

§. X L I.

Il falloit être un nouvel Œdipe pour découvrir le sens de ces énigmes. Voici ce que Dominique Cassini en a déduit.

1°. L'époque de ces calculs est le 21 Mars de l'an 638 de notre ère;

(a) Cassini, Mém. de l'Acad. des Scien. Tom. VIII, p. 281.

mais il ne faut pas conclure que leur astronomie ou la connoissance de la méthode des éclipses ne soit pas plus ancienne chez eux. Cette époque de l'an 638 est remarquable ; elle est fixée à une conjonction moyenne de la lune & du soleil , qui fut équinoxiale & en même tems écliptique (a). On a donc pu la choisir à cause de ces caractères , & la substituer à une plus ancienne. Co-cheou-King à la Chine , abandonna les époques feintes & éloignées dont on faisoit usage , & prit pour époque un solstice qu'il avoit observé lui-même l'an 1280 (b). Si l'on ne donnoit que cette date à l'astronomie chinoise , on voit qu'on se tromperoit beaucoup. Il est naturel de penser qu'elle a chez les Siamois une date plus reculée , puisqu'ils n'en connoissent point l'origine , & que leur époque civile remonte à l'an 544 avant J. C. (c). Cette époque est très-près de celle de l'avènement de Cyrus au trône ; & comme M. Freret (d) fait voir que les Persans ont pu aller à la Chine au sixieme siecle , & y ont conservé leur ère , ils ont pu également aller à Siam.

2°. La révolution de la lune est précisément , comme la nôtre , de 29^j 12^h 44' 3".

3°. Deux années solaires , l'une sidérale de 365^j 6^h 12' 36" , qui ne differe que de quelques secondes de celles des Indiens , suivant M. le Gentil (e) ; l'autre tropique de 365^j 5^h 55' 13" 46" , qui ne differe pas de 2" de celle d'Hypparque & de Ptolémée. Le Cardinal de Cusa , qui cite Aben-ezra , fait mention de ces deux années indiennes ; ainsi rien ne paroît mieux constaté que leur existence. Il résulte de ces deux années , que les Siamois connoissoient le mouvement des étoiles , ou la rétrogradation des points équinoxiaux , & qu'ils l'établissoient annuellement de 42" 8". Cette connoissance ne venoit pas de la Chine ; car l'an 584 ce mouvement y étoit supposé d'un degré en 75 ans , ou de 45" par an (f) , & l'an 665 , on pensoit qu'il ne falloit pas y avoir égard (g). Cette connoissance ne vient point non plus de l'Almageste , puisque le mouvement des fixes y est établi de 36" par an.

4°. Une période de dix-neuf ans , qui comprend 228 mois solaires &

(a) Cassini , Mém. Acad. Scien. T. VIII , p. 312.

(b) *Infrà* , Eclairc. Liv. VI , p. 625.

(c) Mém. Acad. Sc. T. VIII , p. 315.

(d) Mém. Acad. Insc. T. XVI , p. 247.

(e) Histoire de l'Astronomie ancienne , p. 110.

(f) Soucier , Recueil d'observat. T. II , p. 61.

(g) *Ibid.* p. 72.

235 mois lunaires ; c'est la période fameuse de Méton ; c'est celle que nous avons trouvée partout dans l'Asie.

5°. Les Siamois ont , comme les Chinois , une épacte de mois , qui est de $\frac{7}{218}$ d'un mois lunaire.

6°. L'équation du soleil de $2^{\circ} 12'$.

7°. La plus grande équation de la lune de $4^{\circ} 56'$.

Tout ceci prouve qu'ils ne tiennent leurs méthodes ni des Chinois , ni de Ptolémée. Le P. Gaubil dit positivement que ces méthodes siamoises , & celles des Chinois n'ont rien de commun (a). On ne peut pas non plus en chercher la source dans les Tables persiennes rapportées par Chrysococca ; car ces Tables font l'apogée du soleil plus reculé de 2° , l'apogée de la lune plus avancé de 6° , l'équation du soleil plus petite de $12'$, & celle de la lune plus grande de $4'$.

Ces règles Siamoises ne sont pas tirées non plus des Tables de Ptolémée , où l'apogée du soleil est fixe à $5^{\circ} \frac{1}{2}$ des Gémeaux. Il est également fixe ici , mais au 20° de la même constellation , l'équation du soleil de l'Almageste est plus grande de $11'$; il ne semble donc pas que ces connoissances astronomiques aient été communiquées. Les Siamois ne sont ni moins ignorans , ni plus inventifs que les autres Indiens ; & on ne peut s'empêcher de penser que ces connoissances sont encore des débris de l'ancienne astronomie.

Quoique les astronomes Siamois , au moyen de leurs Tables , puissent prédire assez bien les éclipses , la nation entière n'en est pas plus éclairée. Les Talapoins croient , comme les Indiens , que lorsque la lune s'éclipse , un dragon la dévore , & la rejette ensuite. » Quand on leur objecte que les » mathématiciens d'Europe prédissent l'instant même de l'éclipse , sa grandeur , sa durée , & qu'ils savent pourquoi la lune est quelquefois éclipsée » toute entière , quelquefois à demi : ils répondent froidement que le » Dragon a ses pas réglés , que les Européens en connoissent l'heure & » la mesure de son appétit , qui est quelquefois plus grand ou plus petit. » Toutes les preuves qu'on leur apporte ne peuvent leur faire abandonner » cette chimère (b).

(a) Souciet , Recueil d'observat. T. II ,
page 13.

(b) Histoire des voy. in-12 , T. XXIII ,
page 439.

ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SIXIÈME,

*De l'Astronomie des Chinois & de celles de quelques autres
Peuples.*

§. PREMIER.

LES éclaircissements sur l'astronomie chinoise seront la suite des faits dont nous n'avons donné qu'un aperçu dans le texte de l'histoire. Les lecteurs se feroient ennuyés de revenir sur les mêmes objets, & d'entendre bégayer les Chinois dans la langue que parloient Hypparque & Ptolémée. Ces détails placés ici, n'interromperont point le cours de la narration, & pourront être lus cependant de ceux qui en seront curieux.

A l'époque de 300 ans avant notre ère, les Chinois faisoient l'année solaire de 365¹ 6^h précisément; ou du moins la connoissance exacte de la durée de l'année étant perdue, il ne resta que la connoissance vulgaire & en nombres ronds de cette durée: la révolution de la lune étoit connue à 20 ou 30" près; on connoissoit mal sa révolution à l'égard du nœud, & point du tour sa révolution à l'égard de l'apogée (a). Quant aux éclipses, on avoit alors une méthode pour les calculer & les prédire; mais on n'a plus cette méthode, on voit seulement que les Chinois se servoient de la période de 235, ou plutôt de celle de 223 lunaisons, pendant laquelle, disoient-ils, il y a vingt-trois éclipses tant de lune que de soleil (b). Il ne paroît pas qu'ils connussent la quantité de la parallaxe; mais ils disoient

(a) Soucier, Observ. faites aux Indes & à la Chine, T. III, p. 97

(b) Soucier, observ. faites, &c. T. III, p. 153.

que

que lorsque la lune étoit au sud de l'écliptique, on ne pouvoit pas compter sur l'éclipse du soleil ; ce qui suppose qu'ils connoissoient par expérience l'effet de la parallaxe (a). On ignore s'ils avoient connoissance du mouvement des fixes.

§. I L

L'AN 104 avant J. C. Sse-ma-Tsien, aidé de Lohia-Hong, rédigea plusieurs préceptes pour calculer le mouvement des planetes, les éclipses, les conjonctions, les oppositions, &c. Comme ils ne connoissoient que le moyen mouvement des planetes, il suffisoit d'avoir une époque de leur conjonction avec le soleil, ou de leur apparition, & de calculer le mouvement, à raison du tems écoulé. Ils avoient des Tables, où étoient marquées les stations & les rétrogradations ; ils savoient que les orbites des planetes coupent l'écliptique, mais ils ne s'aviserent que fort tard de calculer la latitude.

Alors, c'est-à-dire, du tems de Sse-ma-Tsien, on avoit des instrumens de l'éton, dont on ne rapporte ni l'usage, ni l'antiquité ; on dit seulement qu'ils étoient composés de grands cercles de deux pieds cinq pouces de diamètre, sans nous dire le rapport de ce pied avec le nôtre. Lohia-Hong faisoit tourner un globe & des cercles sous un autre grand cercle qui représentoit le méridien : voilà précisément les armilles d'Alexandrie, établies ou renouvelées à peu près à la même époque. Le texte semble dire qu'elles étoient plus anciennes à la Chine, & on n'aura pas de peine à le croire ; puisque nous avons fait voir que cette espece d'instrument remontoit au tems d'Hoang-ti, 2797 ans avant J. C.

Lohia-Hong se servit d'un instrument pour mesurer l'étendue des constellations sur l'équateur ; on rapportoit encore à ce cercle, suivant l'ancien usage, le mouvement des astres. L'instrument étoit sans doute un secteur ou un quart de cercle, peut-être même un cercle entier ; car les hommes ont été long-tems à s'appercevoir que le quart de la circonférence du cercle pouvoit suffire à toutes les mesures célestes, & que l'instrument circulaire, ainsi réduit, avoit un volume moins embarrassant & plus aisé à manier.

Par le moyen des ombres égales avant & après midi, on traça une ligne

(a) Soucier, Observat. Tome III, p. 155.

méridienne, & posant l'instrument ou les armilles sur cette ligne; on remarqua les étoiles, ou les planetes qui passaient par le méridien. Les horloges d'eau mesuroient l'intervalle de tems entre le passage d'une étoile par le méridien & le coucher ou le lever du soleil, la grandeur des jours, les crépuscules du soir & du matin, le tems que les planetes étoient sur l'horizon (a), &c. Enfin on retrouva quelque partie de l'astronomie perdue.

§. III.

L'ANNÉE fut établie de $365\frac{1}{4}$, & en conséquence le cercle fut divisé en $365\frac{1}{4}$, & le degré en 100 minutes. Le mouvement diurne du soleil se trouva donc précisément d'un degré chinois. On partagea l'année, ou sans doute elle étoit partagée plus anciennement en 24 *tsieki*, & on fixa le solstice d'hiver au dernier degré de la constellation *Teou*, qui répond à quelques étoiles du Sagittaire. L'année astronomique commençoit au moment du solstice, & le jour à minuit; mais on régla que l'année civile commenceroit par le premier jour de la lune, pendant laquelle le soleil entre dans le signe, qui répond à notre signe des Poissons, conformément à ce qui avoit été établi par le grand Yu, fondateur de la dynastie des Hya. Les Chinois ont toujours eu pour principe, 1°. que le solstice d'hiver doit arriver dans l'onzième lune, le solstice d'été dans la cinquième, l'équinoxe d'automne dans la huitième, & l'équinoxe du printemps dans la deuxième; 2°. qu'il falloit regarder comme intercalaire la lune pendant laquelle le soleil n'entroit dans aucun signe (b). Ces connoissances, jointes aux observations constantes qu'ils faisoient des solstices & des équinoxes, les ont toujours redressés; & si quelquefois ils ont mal intercalé, ils n'ont pas été longtems à s'en appercevoir.

Nous remarquerons que cette fixation du commencement de l'année civile au commencement du signe des poissons confirme la conjecture, par laquelle nous avons supposé que le solstice d'hiver avoit été observé jadis dans le 1°. des Poissons. L'usage constant des Chinois de commencer l'année par ce solstice, & cette nouvelle fixation de l'année civile, conformément à ce qui avoit été réglé par le grand Yu, semblent naître d'une tradition conservée, que le solstice avoit été vu réellement dans le commencement du signe des Poissons.

(a) Soucier, Tom. II, p. 5.

(b) Ibid. p. 6 & suiv.

§. IV.

LES Chinois établissoient alors l'obliquité de l'écliptique de 24° chinois ; ou de $23^{\circ} 39'$, suivant notre division (a). Cette déclinaison, dit le Pere Gaubil, n'étant pas le fruit des observations des Han, qui regnerent 200 ans avant J. C., ne sauroit venir que d'une suite d'observations, & même d'assez bonnes observations faites avant ces princes (b).

Cependant, en calculant une observation qu'ils ont conservée, on en déduit pour ce tems même une obliquité plus grande ; ils observerent à Si-gan-fou, alors capitale de l'empire, que les ombres solsticiales du gnomon de huit pieds chinois étoient de 1, 58 pieds en été, & de 13, 14 pieds en hiver, on en conclut l'intervalle des tropiques de $47^{\circ} 31' 45''$, déduction faite de l'effet de la réfraction ; & conséquemment l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 45' 52''$ (c).

Ces deux déterminations de l'obliquité de l'écliptique ne s'accordent pas. Il se présente ici une observation naturelle & assez bien fondée. Nous avons dit (d) que les Grecs antérieurs à Pitheas, Eratosthenes & Hypparque faisoient l'obliquité de l'écliptique de 24° . Cette détermination venoit sans doute de l'Asie ; les Chinois ont pu en avoir eu connoissance comme les autres : ils divisoient le cercle très-anciennement en 360 (e) ; ils n'établirent la division en $365^{\circ} \frac{1}{4}$ que du tems des Han. Ils ont compté peut-être les 24° de l'ancienne détermination, suivant leur nouvelle division qui ne donne plus que $23^{\circ} 39'$, & l'observation découvre leur erreur, en faisant voir que dans le tems même où la tradition conservoit encore cette ancienne obliquité, l'obliquité réelle & observée étoit plus grande de $7'$.

§. V.

Ce n'est pas là tout ce qui restoit aux Chinois de leurs anciennes connoissances. Ils disoient que les différentes phases de la lune dépendent de ses distances au soleil ; que sa courbe n'est ni selon l'équateur ni selon l'écliptique ; qu'elle est très-compiquée, & qu'on peut considérer jusqu'à neuf routes ou mouvemens de la lune (f). La connoissance de ces mouvemens fondoît le calcul des éclipses ; mais on ne fait quels étoient ces mouvemens ; c'est une tradition confuse de l'ancienne astronomie.

(a) Soucier, Tom. II, p. 8.

(b) *Ibid.* p. 114.

(c) *Ibid.* p. 8.

(d) Hist. de l'Astron. anc. p. 43.

(e) Soucier, Tom. III, p. 51.

(f) *Ibid.* Tom. II, p. 10.

Ils partageoient l'année en douze mois égaux de $30^j 10^h 30'$, relativement au mouvement du soleil, & dans le même esprit que les Indiens, avec cette différence que les mois des Indiens étoient inégaux, parce qu'ils connoissoient l'inégalité du mouvement du soleil, & que ceux des Chinois étoient égaux, parce qu'ils supposoient ce mouvement uniforme (a). Ce mois solaire excède leur mois lunaire de $21^h 45' 34''$; ils accumuloient à chaque mois ces différences, jusqu'à ce qu'elles eussent atteint, ou surpassé la durée d'un mois lunaire; & alors ils intercaloient une treizième lune. Ainsi les Chinois ont une épaque de mois, comme nous en avons une d'année.

§. VI.

Les Chinois établissoient que, dans l'intervalle de dix-neuf années solaires, la lune faisoit 254 révolutions à l'égard de l'écliptique, 235 seulement à l'égard du soleil; d'où l'on déduit la révolution périodique de la lune de $27^j 7^h 43' 28''$, & la révolution synodique de $29^j 12^h 44' 25'' \frac{1}{2}$. Ce cycle avoit sept lunes intercalaires; c'étoit précisément le cycle de Méton. On ne connoît aucune époque, & on ne sait à quel tems on en doit rapporter l'invention; ce qu'il y a de certain, c'est que sous la dynastie des Han, plus d'un siècle avant l'ère chrétienne, les astronomes ont marqué que les conjonctions de la lune & du soleil reviennent à peu près au même jour au bout de dix-neuf ans; mais ils ont ajouté en propres termes que cette période n'étoit pas entièrement exacte (b). Les défauts connus supposent un assez long usage de la chose. L'astronomie de ce tems étoit trop nouvelle pour une pareille invention; ce qui démontre que la période de dix-neuf ans appartient, comme nous l'avons supposé, à l'ancienne astronomie. En conséquence de ces défauts connus, ils ont imaginé une période de 4617 ans, composée de 243 cycles de 19 ans (c). On pourroit peut-être retrouver les principes de cette nouvelle exactitude. Pour que la période de dix-neuf ans, accumulée 243 fois, soit en erreur d'une lunaison, il faut que l'erreur de la période soit de $2^h 55'$; or on trouve précisément cette erreur, en supposant la révolution synodique de la lune de $29^j 12^h 44' 25'' \frac{1}{2}$, & l'année solaire de $365^j 5^h 50' 47''$; durée qui ne diffère que de $7''$ de celle qui est connue des Indiens: de sorte qu'on pourroit croire que cette période de

(a) Soucier, Observat. &c. Tom. II, pag. 11.

(b) Ibid. p. 13.

(c) Ibid.

4617 ans a-été établie sur la connoissance qu'ils avoient par tradition, ainsi que les Indiens, de cette durée de l'année, & sur une fausse connoissance de la révolution de la lune.

Ils ont encore multiplié la période de dix-neuf ans par 81, ce qui fait une période de 1539 ans; mais celle-ci n'a pour objet que de s'accorder aux prétendues propriétés de certains nombres qu'ils appellent nombres du ciel & de la terre. Ils multiplient la période de 4617 ans par 31, ce qui leur donne une période de 143127 (a) ans, dont ils supposent l'époque au solstice d'hiver, le soleil, la lune & les cinq planetes en conjonction. Cette époque, comme on le croit bien, est purement fictive; on ne peut pas croire même qu'ils l'aient établie par le calcul, de maniere à réunir toutes les circonstances précédentes; ou du moins, s'ils l'ont fait, ce seroit un travail superflu de chercher, au moyen de cette quantité d'années, les révolutions qu'ils attribuoient à ces planetes; car on ne sauroit comment partager entr'elles l'erreur que la période peut comporter; il n'y a qu'une équation & sept indéterminées.

Les astronomes postérieurs enchérèrent encore sur ces périodes, qui s'étendirent jusqu'à deux & trois cens millions d'années. Sous la même dynastie des Han, les astronomes connoissoient assez bien le nombre & l'arrangement des étoiles visibles; ils en ont laissé un catalogue assez ample. Le P. Gaubil avoit promis de le traduire. Ils observoient les occultations des étoiles & des planetes par la lune, les cometes, &c. Le P. Gaubil n'a pas tenu d'ailleurs la promesse qu'il avoit faite de nous en faire part (b).

§. VII.

VERS l'an 90 de J. C., l'Empereur Tchang-ti fit faire un nouveau calendrier, parce qu'on trouvoit que le solstice avoit rétrogradé de 5°. Le mouvement des étoiles en longitude, ou plutôt la rétrogradation des points équinoxiaux, déjà connue à Alexandrie, ne l'étoit pas encore à la Chine; Li-fang fut chargé de cette correction. Cet astronome reconnut aussi que le cycle de 19 ans étoit imparfait, & tenta de le corriger: il en inventa un de 76 ans, ou de 27756 jours, qui est précisément la période de Calippe; car on ne peut pas douter que la perfection de ce nouveau cycle ne fût le retranchement d'un jour au bout de quatre cycles de 19 ans, comme Calippe l'avoit établi dans la Grece.

(a) Soucier, Tom. II, p. 16.

(b) *Ibid.* p. 18.

Nous avons dit que les Chinois avoient de tems immémorial un cycle de 60 ans , & que chacune des années de ce cycle portoit un nom , ou un caractère qui les distinguoit. Ce cycle étoit également appliqué aux jours ; l'un & l'autre étoient également civils ; mais comme les Astronomes s'en sont toujours servi pour dater leurs observations , ils sont extrêmement commodes pour reconnoître les phénomènes. S'il s'agit , par exemple , d'une éclipse , dès que les caractères du jour & de l'année sont donnés , il est impossible de la confondre avec une autre.

Li-fang imagina de multiplier la période par 20 , afin d'en avoir une de 1520 ans , ou de 555180 jours ; nombre qui est divisible par 60 , & qui a l'avantage de ramener les nouvelles & les pleines lunes aux mêmes jours de la période de 60 jours , c'est-à-dire , à ceux qui portent le même caractère. Enfin il multiplia encore cette période par 3 , pour en faire une de 4560 ans , qui eut le même avantage pour le cycle des années. Cette dernière ramenoit , selon lui , les conjonctions & les oppositions du soleil & de la lune aux mêmes points du ciel , au même jour du cycle de 60 jours , & à la même année du cycle de 60 ans.

§. V I I I.

Jusqu'à cette époque , les Chinois avoient toujours rapporté le mouvement & le lieu des astres à l'équateur ; vers l'an 99 , ils commencèrent à le rapporter à l'écliptique. On ne connoissoit point alors d'instrument propre à cet usage ; on a encore le placet présenté à l'Empereur par les astronomes , pour qu'il leur en fût construire. On sent que les cercles de cuivre & la sphere étant connus & en usage depuis long-tems , il ne s'agissoit que d'ajouter à cette sphere , établie dans les observatoires , un cercle qui représentât l'écliptique. On pourroit croire qu'on avoit apperçu le mouvement progressif des fixes ; c'est en effet cette découverte qui porta Hypparque , ou Ptolémée à changer l'ancienne méthode de rapporter les astres à l'équateur. Mais on peut penser que si les Grecs , qui n'observoient que les étoiles , se déterminèrent par la connoissance de leur mouvement en longitude , les Chinois , n'ayant considéré , jusqu'à cette époque , que le nombre & les configurations des étoiles entr'elles , y furent conduits par les planetes qu'ils observoient davantage. Comme les planetes s'écartent beaucoup de

(a) Soucier , Tome II , pag. 22 , 23.

l'équateur , & très-peu de l'écliptique , il paroît plus naturel de les rapporter à ce dernier cercle.

§. IX.

L'AN 164 de J. C. , l'astronôme nommé Tchang-heng fit des armilles , une sphere , un globe céleste , & un livre pour en expliquer les usages. Nous avons fait voir que les armilles & la sphere sont beaucoup plus anciennes à la Chine. Cette sphere comprenoit les cercles de l'équateur , du méridien & de l'horizon , le zodiaque & sans doute les colures. Chaque degré de ces cercles avoit quatre lignes ; ainsi on peut conjecturer que le rayon étoit de 27 pouces chinois. Par le moyen de l'eau , une roue donnoit le mouvement à la machine ; on y avoit joint un tube pour observer les astres. On peut croire sans injustice que cette mécanique étoit très-mauvaise ; les Chinois en étoient aux premières connoissances en ce genre quand les Jésuites arriverent à la Chine. Quant au tube , nous ne répétons point ce que nous avons dit ailleurs (a) ; il servoit sans doute à écarter les rayons latéraux , & à compter plus facilement les étoiles. Aussi Tchang-heng avoit-il fait un catalogue qui contenoit 2500 étoiles (b) ; ce catalogue est perdu.

§. X.

C'EST à cette époque que des étrangers , sujets , dit-on , de l'empire romain , arriverent à la Chine ; ils étoient du pays de Ta-tsin. Les Jésuites ont cru reconnoître par différentes recherches , que ce pays étoit placé entre la mer Caspienne & la Méditerranée ; & comme ils ont pensé que l'an 164 l'astronomie de Ptolémée pouvoit être répandue dans l'orient , ils ont cru qu'elle étoit la source des nouvelles connoissances astronomiques , qui parurent ensuite à la Chine (c) , cela n'est nullement probable. L'Almageste ne fut composé qu'en 139 , dans un tems où l'imprimerie n'existoit pas , où la communication , supposé qu'il en existât quelqu'une , devoit être très-difficile ; vingt-cinq ans ne suffisoient pas pour que les connoissances les plus utiles fussent portées aux extrémités du monde.

Jusqu'ici , ou du moins depuis le renouvellement de l'astronomie , on n'avoit connu que le moyen mouvement des astres ; on partageoit l'année en quatre saisons égales , & on ignoroit que le soleil fût plus long-tems

(a) *Suprà* , p. 555.

(b) Soucier , T. II , p. 25.

(c) Soucier , Tome II , pages 24 , 26 & 118.

dans la partie boréale que dans la partie australe de la terre (a). On n'avoit pas soupçonné davantage les équations du mouvement de la lune. L'an 206, deux astronomes, Lieou-hong & Tsay-yong, découvrirent que le mouvement de la lune n'étoit pas uniforme, & qu'il étoit assujéti à une inégalité, laquelle étoit dans son *maximum* de 5° Chinois, ou de 4° 55' 41". Ils s'aperçurent que l'orbite de la lune étoit inclinée à l'écliptique d'environ 6° chinois; & ils reconnurent que l'année solaire étoit un peu plus courte que 365 $\frac{1}{4}$, mais on ne dit pas de combien (b). Ce sont ces astronomes qui déterminèrent les premiers à la Chine la révolution de la lune à l'égard de son apogée, ou ce que Ptolémée appelloit la révolution de l'inégalité. Ils l'établirent de 27^j 13^h 16' 50", avec un peu moins de 2' d'erreur (c).

C'est aussi vers ce tems que l'on connut le mouvement rétrograde des nœuds de la lune; mais on en fixe mal la révolution: on la croyoit de 27^j 7^h 42' 53"; c'étoit s'éloigner du vrai de plus de deux heures & demie (d). Ce qu'il y a de singulier, c'est que cette révolution est assez précisément celle de la lune à l'égard des étoiles; de sorte qu'il paroît y avoir ici un *qui pro quo* soit de la part des astronomes Chinois, soit de la part des missionnaires qui nous ont transmis leurs idées. Cette révolution déterminée fut l'ouvrage de Lieou-hong; on peut du moins le croire, puisque ce fut lui qui posa le premier des principes pour calculer les éclipses, à la place de l'ancienne astronomie perdue.

§. XI.

L'AN 284, l'astronome Kiang-ki inventa une méthode qui lui fait honneur; c'est celle de déterminer le vrai lieu du soleil par le moyen des éclipses de lune (e): méthode qu'Hypparque avoit inventée plus de 400 ans auparavant. On ne voit pas que les éclipses de lune en aient été plus régulièrement observées, malgré l'utilité que cet astronome leur avoit découverte. Un autre astronome du même tems, nommé Yu-hi, est le premier Chinois qui ait parlé positivement du mouvement des étoiles; il le supposa d'un degré en cinquante ans (f); environ 150 ans après, un autre astronome Ho-ching-tien, le supposa d'un degré en 100 ans, c'est-à-dire, de la même quantité que Ptolémée.

Yu-hi détermina le lieu du solstice d'hiver, & le compara à une position

(a) Souciot, Tom. II, p. 9.

(b) *Ibid.* p. 26.

(c) *Ibid.* Tom. III, p. 97.

(d) *Ibidem.*

(e) *Ibid.* T. II, p. 45.

(f) *Ibid.* p. 46; T. III, p. 47.

Du même solstice, observée du tems d'Yao, & rapporté dans le Chou-king. Ce fut ainsi, dit-on, qu'il connut la rétrogradation des points solsticiaux, & par conséquent le mouvement des étoiles en longitude; mais il se trompa, parce que les anciennes observations sont mal détaillées, accompagnées de circonstances équivoques. Il conclut une différence de 54° entre ces deux positions du solstice; & comme il y avoit 3700 ans d'intervalle, il établit que le mouvement des étoiles étoit d'un degré en 50 ans. Ho-ching-tien, l'an 443, en partant de l'observation du solstice rapportée dans le Chou-king, & d'une autre observation qu'il avoit faite lui-même, trouva ce mouvement, comme nous l'avons dit, d'un degré en 100 ans. N'est-il pas naturel de croire que ces astronomes, par la tradition, ou d'une manière quelconque, avoient la connoissance des anciennes hypothèses astronomiques sur lesquelles étoient fondées les deux périodes de 18000 & de 36000 ans? Ainsi prévenus, ils ont vu dans le Chou-king ce qu'ils vouloient y voir; & il ne leur a pas été difficile de faire quadrer l'ancienne observation, exprimée d'une manière vague & confuse, avec les deux hypothèses si différentes qu'ils avoient embrassées.

§. XII.

HO-CHING-TIEN imagina une méthode particulière pour observer plus exactement le moment des solstices; il fit voir qu'il ne falloit pas s'en tenir à remarquer le jour où l'ombre est la plus courte ou la plus longue, à cause des erreurs qui peuvent se glisser dans une seule observation; mais qu'il falloit, plusieurs jours avant ou après, observer l'accroissement, & la diminution, afin de déterminer plus sûrement le jour où l'accroissement s'est arrêté pour se changer en diminution, & réciproquement.

Ho-ching-tien fit exécuter, par ordre de l'Empereur, une sphere & un globe, qui avoit environ six pieds chinois de diamètre. On voyoit sur le globe les 28 constellations, avec des instructions sur le lieu, le lever & le coucher des planetes. La terre étoit placée au milieu de la sphere, & au centre du monde (a).

Cet astronôme a eu quelques conversations avec un bonze Indien (b), & on a douté si le bonze ne lui avoit pas communiqué la méthode des solstices; mais on n'en a aucune preuve, & ce n'est qu'un soupçon.

(a) Souciet, Tom. II, p. 49.

Tome I.

(b) *Ibid.* p. 48.

Il est certain que des étrangers du royaume Yu-tse apprirent aux Chinois l'usage du *loheou*, du *kitou*, du *po* & du *ki* : *loheou* & *kitou* sont les nœuds de la lune, *po* est son apogée, & le *ki* est un cycle de 18 ans solaires, absolument semblable au nôtre. Ce cycle n'a point été connu à Alexandrie. Ces notions étoient dans une astronomie appelée *kieou-tche* ; l'an 718, elle fut traduite en chinois par un astronôme nommé *Kutan* : on y trouve un mois synodique lunaire de $29^j\ 12^h\ 44'$ qui ne diffère du nôtre que de $3''$. On y voit que le cercle étoit divisé en 360° , & le degré en $60'$; le zodiaque partagé en douze parties, chacune de 30° . Un autre bonze nommé *Pou-kong*, apprit aux Chinois les noms de *Belier*, de *Taureau*, &c. que nous donnons aux signes du zodiaque (a).

Dans cette astronomie *Kieou-tche* il y a une chose remarquable. Nous avons dit que les Arabes partageoient l'année en six saisons (b) ; on lit ici que deux lunes font un tems, & six tems une année (c). Voilà donc le même partage, & un exemple des années de deux mois connues en Egypte. Tout cela indique une source commune. Si ce sont les étrangers venus à la Chine, qui y ont porté cette division, il est clair qu'elle appartenait à une ancienne astronomie, & qu'elle avoit été conservée par ceux qui la communiquèrent, Arabes ou autres. A cette époque, les ouvrages des Grecs d'Alexandrie n'avoient point encore pénétré dans l'Asie, & tout ce qui s'y trouvoit alors d'astronomie, étoient les restes de l'antiquité.

§. X I I I.

Tsou-chong, vers l'an 460, observa quelques solstices : il déterminait le mouvement des étoiles d'un degré en moins de 46 ans, & il se trompa comme les autres, par une mauvaise interprétation du *Chou-king*. Il reconnut que l'étoile polaire, qu'on avoit crue jusques-là immobile au pôle, avoit, comme les autres, un mouvement d'orient en occident autour de ce point ; il affuroit qu'elle n'en étoit éloignée que d'un degré. Le préjugé de l'immobilité de l'étoile polaire venoit de ce qu'en effet on avoit remarqué, 3000 ans auparavant, une belle étoile immobile au pôle ; nous en avons parlé. Les Chinois n'y avoient pas songé davantage. Mais quand *Tsou-chong* dit que l'étoile polaire avoit un mouvement, ce n'étoit plus la même étoile ; ce n'étoit point non plus l'étoile de la queue de la petite Ourse, que nous

(a) Souciet, Observations, &c. T. II, p. 122.

(b) *Ibid.* p. 125.

(c) *Suprà*, p. 216.

nommons aujourd'hui polaire, ce ne pouvoit être que l'étoile qui est au muſſe, ou celle qui est à l'oreille de la Giraffe, alors éloignées du pôle, chacune de 3° environ. Au reste, il est bon d'observer que ces deux étoiles marquées sur le catalogue d'Hévélius, ne se trouvent point dans celui de Flamsteed, soit que ces étoiles aient disparu, soit que Flamsteed les ait omises. Tſou-chong corrigea la révolution de la lune à l'égard de son nœud, en la diminuant de plus de $2^h \frac{1}{2}$; il l'établit de $27^j 5^h 5' 34'' \frac{1}{2}$, ce qui est assez exact (a). Il pensoit que la période de 19 ans étoit en erreur d'un jour au bout de 200 ans, & il proposa une période de 391 ans, d'autres astronomes inventerent également des périodes de 505, 562, 619, 410, 119, 676 ans. Pour juger ces périodes, il faudroit savoir précisément de combien de jours elles étoient composées: mais il y a apparence que ce sont les essais de gens, qui connoissoient mal les révolutions du soleil & de la lune. Aucune de ces périodes ne vaut celle de 19 ans: les Chinois n'estimoient pas cette dernière ce qu'elle vaut; c'est ce qui démontre qu'elle a été réellement inventée dans un tems, où le cours du soleil & de la lune étoit mieux connu.

§. XIV.

VERS le commencement du sixième siècle, Tchang-se-sin apprit aux Chinois que l'intervalle du solstice d'hiver à l'équinoxe du printemps étoit plus court que l'intervalle du même équinoxe au solstice d'été (b). On peut juger de leur astronomie par cette remarque qui est si simple, & qui fut si tardive. Cet astronôme fit beaucoup d'observations: on voit qu'il se servoit d'un instrument circulaire & gradué pour mesurer les diamètres du soleil & de la lune; mais on ne trouve nulle part la quantité de ces diamètres (c). Depuis le renouvellement de l'astronomie à la Chine, il est le premier qui ait donné une méthode générale & assez sûre pour calculer les éclipses; on la trouve dans le recueil du P. Soucier (d). Toutes ces méthodes orientales ont une forme très-différente de la forme des nôtres. Il seroit intéressant que quelque habile astronôme réunît les procédés des Chinois, des Siamois, des Indiens, tant ceux qui nous ont été donnés par M. le Gentil, que ceux qui sont dans les papiers de feu M. de Lisle. Ces différens procédés comparés entr'eux, pour distinguer ce qu'ils ont de commun, & comparés

(a) Soucier, T. II, p. 53.

(b) Ibid. p. 59.

(c) Idem, T. III, p. 158.

(d) Ibid.

à l'astronomie européenne, pour les ramener aux vrais principes; nous donneroient vraisemblablement une connoissance complète de l'astronomie orientale, & de grandes lumières sur l'astronomie antérieure, qui en est la source.

§. X V.

VERS l'an 584, deux astronomes, Lieou-hiao-tsun & Lieou-tcho, découvrirent, ou du moins employèrent les premiers l'équation de l'inégalité du soleil (a). Vers l'an 600, on construisit un Catalogue fort ample des étoiles, mais on n'y trouve ni longitude, ni latitude, ni déclinaison.

A cette époque de l'an 599 de J. C. il arriva à la Chine des gens d'occident, que l'on qualifie de Mahométans, quoique le commencement du musulmanisme soit postérieur de 25 ans, & que les Arabes eussent autre chose à faire chez eux que d'aller à la Chine. Ils avoient une époque chronologique particulière : M. Freret fait voir que l'ère de ces gens-là remontoit à l'avènement de Cyrus au trône, qu'ils étoient Persans, & qu'il n'est pas étonnant que les Chinois, peu instruits de ces choses, aient confondu les deux religions. Il prouve, par différens traits de l'Histoire orientale, que des Persans ont pu passer vers ce tems à la Chine; & par différens passages de l'Histoire chinoise, que les Chinois ont eu communication avec les Persans (b).

Nous ne nommerons point ici tous les astronomes qui ont travaillé à défigurer & à embrouiller l'astronomie, l'énumération en seroit fastidieuse. On peut consulter l'histoire du P. Gaubil : nous n'aurions rien autre chose à dire, sinon que tel a substitué à la méthode de tel une méthode plus mauvaise encore.

§. X V I.

Enfin l'an 721, une éclipse calculée s'étant trouvée fautive, l'Empereur Hieng-tsong fit venir à la Cour un bonze Chinois de la secte de Fo (c); son nom étoit Y-hang, il se rendit fameux par son habileté dans l'astronomie. Le projet qui lui fit le plus d'honneur, fut celui de connoître la situation des principales villes de l'empire. Il fit construire des instrumens astronomiques, & mesura la distance terrestre des lieux, afin de la comparer à la distance céleste : son but étoit d'en constater le rapport, & de pouvoir

(a) Souciet, Observat., &c. Tome II, page 61.

(b) Mém. Acad. Inscr. T. XVI, p. 247.

(c) Souciet, T. II, p. 73.

connoître ainsi facilement la distance des principales villes ; toujours mal connue par les mesures itinéraires. Il n'alla pas plus loin , & n'étendit point ses vues jusqu'à déterminer la circonférence de la terre. Nous ignorons quels sont les moyens dont il se servit pour connoître la distance des lieux & la différence des méridiens de l'est à l'ouest : mais depuis lui les Chinois ont eu cette connoissance.

Y-hang déduisit de ces observations le degré de latitude de 331 *lis* & de 80 pas (a). Les Jésuites l'ont depuis trouvé de 200 *lis* , ce qui est fort différent. Ces mesures sans doute pouvoient être sujette à erreur ; mais une erreur de près de moitié n'est pas vraisemblable , la différence vient de ce que la valeur du *li* a changé (b). Y-hang trouva que l'étoile polaire étoit éloignée du pôle , de 3° (c). Il ne se trompa pas de beaucoup ; car l'étoile qui est au muse de la Giraffe n'en étoit alors guere plus éloignée.

§. X V I I.

Y-HANG étoit vraiment un astronôme ; il paroît avoir eu quelque génie. Occupé de tout ce qui pouvoit fonder une bonne astronomie , il avoit fait un Catalogue des longitudes terrestres , il y ajouta un Catalogue d'étoiles , rangées par longitude & par latitude. Il fit observer les éclipses dans toutes les provinces de l'empire , & il se servit de ces observations pour connoître la différence des tems & des phases à raison de la distance des lieux , tant de l'est à l'ouest , que du nord au sud , & à raison de la différence des lieux du soleil & de la lune dans l'écliptique. Y-hang vouloit-il déterminer tout cela d'une manière empirique ? Cela eût été long & difficile : au reste , cet endroit un peu obscur du récit de nos missionnaires montre du moins l'objet de ses recherches & la trace de ses efforts.

Il construisit des Tables du mouvement vrai du soleil pour chaque jour de l'année. Le mouvement de l'apogée étoit alors inconnu à la Chine ; on ne se doutoit point que les inégalités de cet astre pussent être différentes aux mêmes points du ciel après un certain nombre d'années ; aussi ces tables ne valoient-elles rien pour des tems éloignés. Il faisoit l'inégalité du soleil de 2° 40' chinois , ou 2° 21' $\frac{1}{2}$ de notre division ; quantité qui s'écarte bien peu de

(a) Souciet , T. II , p. 77. Le P. Gaubil dit 351 *lis* ; mais M. Danville a fait voir que c'étoit une faute d'impression , *Mes. itin.* p. 160.

(b) *Suprà* , Dissertation sur les mesures longues , p. 521.

(c) Souciet , *Observat.* , &c. Tom. II , page 77.

celle de $2^{\circ} 13'$ qu'avoit déterminée Hypparque. Il semble qu'il y ait eu ici communication ; si cette quantité étoit exacte , ils auroient pu la déterminer chacun de leur côté ; mais elle est fort en erreur , & il y a tant de manières de s'écarter de la vérité , qu'on peut croire que les erreurs qui se ressemblent sont copiées les unes sur les autres. Cependant cette communication ne peut s'être faite que par l'entremise des Arabes , & ceux-ci n'ont connu l'Almageste de Ptolémée qu'après la conquête de l'Égypte ; & lorsque leur calife Almamon fit traduire dans sa langue les livres qui étoient le prix de ses victoires , ce fut vers l'an 814 , environ un siècle après Y-hang. Ainsi nous ne concevons pas comment la détermination d'Hypparque auroit pu être transportée à la Chine ; & nous aimerions mieux croire qu'il y avoit dans les restes de l'ancienne astronomie quelques observations , ou quelques élémens , qui avoient également servi de règle à Y-hang & à Hypparque.

§. XVIII.

P'ARMI les cinq planetes , Jupiter fut celle dont Y-hang examina le plus le mouvement ; il pose pour principe que cette planete emploie douze ans entiers à faire sa révolution dans le zodiaque : il assure que depuis l'an 1751, jusqu'à l'an 235 ans avant J. C. , Jupiter faisoit un peu plus de douze révolutions en 120 ans. Les astronomes ne croiront pas volontiers aujourd'hui que la révolution de Jupiter ait jamais été de moins de dix ans. Y-Hang est plus près de la vérité dans ce qui regarde son tems ; il trouve qu'en 84 ans Jupiter fait sept révolutions , & la douzieme partie du zodiaque (a) ; ce qui fait $30^{\circ} 21' 23''$ environ par an : c'est à peu près le mouvement annuel de Jupiter. Y-hang connut aussi la réduction de l'orbite de la lune à l'écliptique ; ce qui lui feroit assez d'honneur , s'il ne s'étoit pas trompé lourdement sur la quantité de cette réduction ; il la fait de $1^{\circ} \frac{1}{2}$, c'est-à-dire , à peu près quinze fois trop grande ; d'ailleurs ni l'astronome Y-hang , ni aucun autre jusqu'à l'arrivée des Jésuites , n'a connu l'inclinaison de la route des planetes à l'égard de l'écliptique. On a cependant marqué beaucoup d'observations faites dans les différentes parties du zodiaque , des occultations des planetes par la lune , & des étoiles par les planetes. Or on connoissoit assez la latitude de ces étoiles & leur déclinaison , aussi-bien que la latitude & la déclinaison de la lune ,

(a) Souciet , Observat. , &c. Tome II , p. 84.

on auroit pu en conclure facilement la déclinaison de la route des planetes ; mais dans toutes les sciences physiques , il faut d'abord un certain tems pour apprendre à voir , & ensuite un autre tems pour apprendre à réfléchir sur ce que l'on a vu. Les Chinois , malgré l'avantage d'avoir conservé pendant près de 5000 ans le même empire , les mêmes institutions , & le même esprit , n'ont jamais eu qu'une astronomie incertaine , dénuée de principes fixes & sûrs , & pour ainsi dire , toujours dans l'enfance.

§. XIX.

Nous rapporterons ici ce que le P. Gaubil dit d'un instrument fort vanté dans l'Histoire chinoise ; instrument que Y-hang avoit fait construire , & qui lui attira les éloges de toute la Cour. L'eau faisoit mouvoir plusieurs roues , & par leur moyen on représentoit le mouvement propre & le mouvement commun du soleil , de la lune & des cinq planetes ; les conjonctions , les oppositions , les éclipses du soleil & de la lune , les occultations des étoiles & des autres planetes. On voyoit la grandeur des jours & des nuits pour Si-gan-fou ; les étoiles visibles & non visibles sur son horizon. Deux stiles marquoient jour & nuit le *ke* (a) & les heures. Quand le stile étoit sur le *ke* , on voyoit tout-à-coup paroître une petite statue de bois qui donnoit un coup sur un tambour , & disparoissoit d'abord. Quand le stile étoit sur l'heure , une autre statue de bois paroissoit sur la scène , & frappoit sur une cloche ; le coup donné , elle se retiroit.

Cet instrument étoit très-ingénieux , mais le P. Gaubil se trompe sans doute dans cette description ; il falloit dire une aiguille au lieu d'un stile , car un stile ne marque le tems que par son ombre. Or 1°. dans quelque cadran que ce soit , il faut la présence du soleil ou de la lune pour qu'il y ait une ombre. Le stile n'auroit pas toujours marqué l'heure ni le *ke* ; 2°. Comment l'ombre , en tombant sur certaines divisions , auroit-elle donné le mouvement à la statue ? Une aiguille peut le donner aisément par le moyen d'une détente.

Nous observerons sur cette horloge ce que nous avons déjà observé sur celles d'Haroun - Alrafchid & de Vitruve , que les heures n'étoient annoncées que par un seul coup. Mais quand on réfléchit sur ce mécanisme uniforme & commun à des pays si éloignés , quand on voit l'art des horloges perfectionné à Alexandrie , annoncer par sa perfection même un art

(a) Soucier , T. II , p. 85. Le *ke* est la centieme partie d'un jour.

depuis long-tems cultivé, quand on retrouve le même art & la même perfection à la Chine & à Babylone, quand on se rappelle que les anciens habitans de la terre, pour faire les observations dont il nous reste quelques résultats, ont dû avoir des instrumens propres à mesurer le tems, on est tenté de croire que dans des pays si éloignés, chez des nations dont le caractère est la lenteur, & dont le génie est peu inventif, ces progrès semblables d'un même art indiquent au moins une tradition des inventions qu'on avoit faites dans ce genre. Cette tradition, également conservée chez ces différens peuples, en garantissant par un exemple connu la possibilité de l'exécution, les a fait revenir sur la voie, a produit les mêmes efforts & a été suivie des mêmes succès.

§. X X.

ON n'a point de détail sur les Catalogues des étoiles, les cartes & les globes célestes que Y-hang fit construire: on fait seulement qu'il observa la latitude de Sirius de 40° chinois, qui font, selon notre maniere de compter, $39^{\circ} 25' 30''$ (a), Flamsteed la trouva en 1690 de $39^{\circ} 32' 8''$; M. de la Caille en 1750, de $39^{\circ} 32' 58'' \frac{1}{2}$; & Ptolémée, 600 ans avant Y-hang, de $39^{\circ} 10'$. Cela prouve que Y-hang n'a pas si mal observé; sa détermination, qui est entre celle de Ptolémée & celle des astronomes modernes, est à peu près ce qu'elle doit être, en supposant la latitude de Sirius croissante; & on peut conjecturer que l'exactitude de son observation est au moins égale à celle des observations de Ptolémée.

§. X X I.

Les livres de Y-hang sont obscurs, il n'y a que ceux qui entendent bien la matiere, qui puissent trouver le sens des principes & des regles qui y sont contenus. Le respect des Chinois pour ce qui reste de Fohi & de Confucius, le préjugé que toute l'astronomie y est renfermée a toujours forcé les Chinois à y chercher les principes des mouvemens célestes. Ce n'étoit pas assez d'avoir découvert certaines périodes, il falloit prouver qu'elles étoient indiquées dans les Koua de Fohi & dans les nombres célestes & terrestres de Confucius. Voilà ce que les Chinois admiroient le plus. C'est à peu près ainsi que M. de Chezeaux a trouvé de nos jours la théorie du soleil

(a) Soucier, Observat., &c. T. II, p. 85.

dans les prophéties de Daniel (a). Il naît de là beaucoup de confusion , d'obscurité , & sur-tout de difficulté pour étudier les livres chinois. Chaque méthode a sa notation particulière ; chaque connoissance , celle de l'année solaire , par exemple , y est exprimée par un caractère différent. Il faut être bien au fait de la question , ou perdre un tems infini , pour s'assurer de ce que l'auteur veut dire. On voit que les commençans Chinois doivent être assez embarrassés pour s'instruire , & on ne peut pas s'étonner que la science fasse peu de progrès , quand ceux qui sont en état de l'éclaircir , se font une loi de la rendre presque inintelligible (b).

§. XXII.

L'AN 822 , Su-gang expliqua fort clairement la parallaxe de longitude , & son usage dans les éclipses de soleil. L'an 892 , Pien-kang est le premier qui ait parlé de l'établissement du premier méridien fixe pour les calculs (c). Il avoit une méthode pour calculer la déclinaison & la latitude des cinq planètes : il se servit aussi (d) de quelques équations pour leur mouvement ; mais il faut bien faire attention qu'il s'agit toujours du mouvement , & vu de la terre. Les Orientaux , & les Chinois en particulier , ne distinguèrent point jusqu'au tems de Cocheou-king même , le mouvement propre des planètes du mouvement composé de celui de la terre. On doute que Su-gang & Pien-gang fussent chinois ; on ne trouve rien dans leurs écrits qui sente le goût de cette nation. Il n'y a aucune citation hors d'œuvre , nul étalage confus d'érudition chinoise sur les astronomies inconnues de Fohi , d'Yao , &c. Tout y est clairement expliqué.

Vers l'an 990 , on fit une nouvelle horloge assez semblable à celle de Y-hang : il y avoit douze statues de bois pour les douze heures , un tambour entre deux cloches (e) , &c. Vers l'an 1100 , on découvrit la vertu qu'a le fer de se charger de la vertu de l'aiman , & on reconnut que l'aiguille de fer , ainsi aimantée , ne se tournoit pas précisément vers le nord (f).

Vers le même tems , on trouva à Kai-fong-fou la longueur de l'ombre

(a) Voy. ses mémoires imprimés.

(b) Soucier, *Observat.* Tom. II, p. 90.

(c) *Ibid.* p. 96.

(d) *Idem*, Tom. III, p. 225.

(e) *Idem*, Tom. II, p. 98.

(f) *Ibidem*, p. 100.

méridienne du soleil en été de 1, 57 pieds, & en hiver de 12, 85, avec un gnomon de 8 pieds chinois (a) ; d'où on déduit la distance des tropiques de $47^{\circ} 1' 30''$, & l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 30' 45''$; observation qui seroit favorable à ceux qui nient la diminution de cette obliquité. Mais nous en avons déjà rapporté une qui est favorable à l'opinion contraire ; l'avantage est donc égal des deux côtés. L'observation de Co-cheou-king, qui paroît décisive, & que nous rapporterons bientôt, détruira cette égalité. Mais d'ailleurs, en supposant dans la dernière observation une erreur de 3 à 4' seulement, elle sera conforme à la diminution de l'obliquité de l'écliptique ; au lieu que, pour supposer cette obliquité constante, il faudroit admettre dans la première observation une erreur de 30'.

§. XXIII.

L'ASTRONOMIE paroît avoir reçu des accroissemens sensibles sous le règne des successeurs de Gingis-kan ; Houpilié fit faire aux ouvriers d'occident des sphères toutes semblables aux nôtres. On voit une suite d'observations astronomiques depuis Gingis-kan jusqu'aux dernières années de Houpilié ; & dans plusieurs éclipses de soleil & de lune, on a marqué le tems & les phases. Il y a beaucoup d'observations d'occultations d'étoiles par la Lune, par Saturne, Jupiter, Mars & Vénus ; il y a même des observations de Mercure. On déterminâ la latitude d'une partie des grandes villes de la Chine ; voilà des progrès marqués, & bien des travaux exécutés. Mais dans ces observations de latitude, on voit que les astronomes, en se servant du gnomon, n'avoient point égard au diamètre du soleil, tant le génie chinois, enchaîné par l'habitude, avoit de peine à marcher vers la perfection (b).

§. XXIV.

IL résulta de ces lumières nouvelles une connoissance plus exacte des révolutions du soleil & de la lune. La révolution de la lune fut de $29^j 12^h 44' 26''$, jusques cent ans après J. C. qu'elle fut de $29^j 12^h 43' 59''$; en 237 on y ajoute 5" : elle a peu varié depuis, & à cette époque elle fut fixée à $29^j 12^h 44' 3''$, comme nous l'établissons aujourd'hui. En même tems les révolutions à l'égard de l'apogée & du nœud, furent, l'une de $27^j 13^h$

(a) Souciet, Tom. II, p. 101.

(b) *Ibid.* T. I, p. 202 & 203.

18' 38", l'autre de 27ⁱ 5^h 5' 35", exacte à 2 ou 3" près. Enfin l'année solaire fut fixée à 365ⁱ 5^h 50' 40" (a), beaucoup plus petite que celle d'Hypparque, mais trop grande encore d'environ 2'. On a cru que cette nouvelle exactitude pouvoit être le fruit des travaux d'Hypparque & de Ptolémée, communiqués par les Arabes. Mais Hypparque & Ptolémée faisoient l'année de 365ⁱ 5^h 55' 12"; parmi les Arabes, Albategnius la faisoit de 365ⁱ 5^h 46' 24", beaucoup plus petite qu'elle n'est réellement. Thebith-ben-chorah déterminait l'année sidérale de 365ⁱ 6^h 9' 12"; retranchant 20' 17" pour la précession des équinoxes, il reste pour l'année tropique 365ⁱ 5^h 48' 55"; l'année des Chinois ne peut donc avoir été prise ni sur celle d'Hypparque, ni sur celle des Arabes. Jusques vers cent ans après J. C. les Chinois ont fait l'année de 365ⁱ $\frac{1}{4}$; ils retrancherent ensuite 5 à 6', & l'an 443 leur année étoit de 365ⁱ 5^h 54' 21": elle passa ensuite tout à coup à 5^h 50' 20", 21, 40 ou 49", ce qui donne lieu de supposer qu'ils eurent connoissance de l'année des Indiens de 365ⁱ 5^h 50' 54": ou peut-être cette connoissance vint-elle par les Tartares qui les fournirent, & qui la leur apportèrent de la source commune aux Indiens & aux Chinois.

§. XXV.

VERS l'an 1280, parut le meilleur & le dernier de tous les astronomes Chinois, Co-cheou-king (b); il fut président du Tribunal des mathématiques, vécut long-tems & travailla pendant 70 ans. Quelque cas que les Chinois ayent dû faire de ses ouvrages, il y en a cependant beaucoup de perdus, entr'autres, ses Catalogues des étoiles fixes. Il abandonna la méthode chinoise de donner une époque feinte & très-éloignée au calcul astronomique; il choisit pour époque le moment d'un solstice qu'il avoit observé lui-même l'an 1280 avec un gnomon de 40 pieds; il déterminait en même tems le lieu du soleil & de chaque planète dans le zodiaque, & le lieu de la lune à l'égard de son apogée & de son nœud.

Jusqu'à lui l'usage du gnomon de huit pieds avoit été universel à la Chine; il sentit donc l'avantage d'en construire un plus grand pour l'exactitude des observations. C'est à ce gnomon de 40 pieds qu'il observa constamment les ombres méridiennes aux jours des solstices; il trouva toujours au solstice d'été 11, 7 pieds, & au solstice d'hiver 79, 8 pied (c). On en

(a) Soucier, *Observat.*, &c. Tom. II.
P. 104.

(b) *Ibid.* p. 106.

(c) *Ibid.* p. 112.

déduit l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 35' 15''$; cependant cet astronôme la détermina lui-même, d'après ses observations, & fixa l'intervalle des tropiques de $47^{\circ} 8' 60''$ chinois (a), ou de $47^{\circ} 7' 20''$ de nos degrés. Si l'on ajoute à cette quantité la réfraction convenable de $1' 52''$, on aura l'obliquité de l'écliptique par les observations de Co-cheou-king, faites en 1280 à un gnomon de 40 pieds, de $23^{\circ} 34' 36''$; ce qui fournit une assez forte preuve de la diminution de l'obliquité de l'écliptique. Il examina, dit le P. Gaubil, & observa long-tems le mouvement de l'étoile polaire; il assura qu'elle étoit éloignée du pôle d'un peu plus de 3° chinois (b). Nous ne croyons point que ce soit l'étoile de la queue de la petite Ourse, elle en étoit alors éloignée de près de 5° . Peut-on supposer que Co-cheou-king se soit trompé de 2° , c'est-à-dire, de près de la moitié de la quantité qu'il avoit à déterminer; cela n'est gueres probable. Il y a plus d'apparence qu'il a pris pour l'étoile polaire celle qui étoit réellement le plus près du pôle, celle qui dans le Catalogue d'Hevelius est marquée à l'oreille droite de la Giraffe, distante alors du pôle d'environ 1° .

§. XXVI.

CO-CHEOU-KING est, dit-on, le premier Chinois qui ait connu la trigonométrie sphérique. Avant lui on estimoit en général la proportion de la circonférence au diamètre, comme de 3 à 1. On savoit calculer les triangles rectilignes, rectangles & les obliquangles, en les réduisant aux triangles rectangles. Par le moyen de ces connoissances, & à force d'examen, on avoit appris quelque chose de la proportion des cordes avec le diamètre; voilà tout ce que les Chinois savoient avant Co-cheou-king sur la trigonométrie; du moins c'est ce que l'on peut conclure des monumens qui restent. On ne dit pas comment Co-cheou-king se fit sa méthode, & on ne sauroit décider si elle fut le fruit de ses recherches, ou bien s'il l'apprit des mathématiciens étrangers qui étoient à la Cour (c).

Une chose extraordinaire & digne de remarque, c'est l'instrument dont, selon les Chinois, Co-cheou-king faisoit usage; ils n'en donnent aucune explication, mais ils disent qu'il y avoit un tube & deux fils, & qu'avec cet instrument il mesuroit jusqu'aux minutes la distance réciproque de la

(a) Les Chinois divisent le cercle en $365^{\circ} \frac{1}{4}$, le degré en 100', la minute en 100'', &c., comme ils divisent le jour

en 100 kes, le ke en 100 minutes, &c.

(b) Souciet, Tom. II, p. 113.

(c) Ibid. p. 115.

lune & des étoiles (a). Ceci ressemble bien au mictometre, qui ne fut inventé en Europe que plus de 300 ans après. Les Jésuites n'en ont pourtant pas trouvé l'usage établi à la Chine. Mais il faut remarquer que les plus belles connoissances sont perdues dans les mains des Chinois; les inventions d'un homme périssent le plus souvent avec lui: ainsi le génie, toujours si rare chez eux, ne s'y montre encore que vainement. Cet instrument peut être parmi ceux de Co-cheou-king qu'on a conservés; mais ils sont dans une salle fermée, où les Jésuites, malgré le crédit dont ils ont joui, n'ont jamais pu pénétrer (b).

§. XXVII.

CO-CHEOU-KING inventa des méthodes pour les éclipses de soleil & de lune. Quant à ces dernières, il admettoit une équation entre le milieu de l'éclipse & le moment de la conjonction; cette équation est à peu près du même genre que la réduction à l'écliptique, apperçue par Ptolémée (c). La plupart des Chinois la rejetoient; nous n'en sommes pas surpris: nous le sommes beaucoup plus que Co-cheou-king l'ait admise & inventée; cette équation est toujours assez petite. Il semble que ces recherches pour l'exactitude appartiennent à une théorie éclairée que n'avoit point cet astronôme. Cela n'étonne pas de Ptolémée; il avoit résolu le problème des éclipses, & il a très-bien vu tout ce qui en dépend. Mais on ne trouve dans les écrits des Chinois aucune connoissance des causes; on n'y voit point une marche sûre, guidée par des principes. Ce sont des gens qui dans un lieu inconnu vont à tâtons, suivant les indications qui leur ont été données. Beaucoup de livres chinois sont perdus: mais dans ceux qui sont conservés, pourquoi ne s'y trouve-t-il aucune connoissance des causes & des principes?

§. XXVIII.

NOUS n'entrerons ici dans aucun détail sur ces méthodes chinoises du calcul des éclipses: c'est à ceux qui en auront le tems & la curiosité, de chercher le fil de ce labyrinthe, de découvrir sur quelle théorie ces méthodes sont fondées. Nous, qui ne sommes ici qu'historiens, nous dirons que nous n'y avons vu qu'une suite de préceptes, qui paroissent établis ou sur de longues observations, ou sur une théorie dont les principes

(a) Souciet, *Observat.*, &c. Tom. II, p. 125.

(b) *Ibid.* p. 108 & 115.

(c) *Suprà*, p. 138 & 144.

ne leur ont pas été communiqués. L'étude, la discussion de ces préceptes feroit un ouvrage particulier, & nous détourneroit de notre objet. L'observation seule n'a point été négligée à la Chine depuis la détermination des solstices consignées dans le Chou-king; on en trouve quelques autres dans leur histoire, & une suite depuis 200 ans avant J. C. jusqu'à l'arrivée des Jésuites (a). Ces peres avoient promis de donner des Catalogues des apparitions des comètes, des éclipses d'étoiles par la lune ou par les planètes, des conjonctions des planètes vues à la Chine. Nous remarquons que les Chinois ont une suite d'observations des comètes depuis 525 ans avant J. C. jusqu'au quatrième siècle de notre ère (b). Il n'y a point de calcul qui puisse instruire de l'apparition des comètes; ils n'ont donc pu en faire mention dans leurs annales que par observation: cela doit détromper ceux qui pourroient soupçonner que les éclipses, les conjonctions & les autres phénomènes marqués dans l'histoire, ou dans les livres d'astronomie, n'y sont point placés en vertu d'observations faites, mais par des calculs faits après coup. Indépendamment de l'impossibilité que les Chinois aient fait ces calculs, il ne leur a pas été plus difficile de remarquer une éclipse, plusieurs planètes réunies près les unes des autres, que d'apercevoir l'apparition d'une comète. Ces longues suites d'observations montrent la confiance des Chinois à examiner ce qui se passoit dans le ciel. Pourquoi voudroit-on que certains phénomènes leur eussent échappé plutôt que quelques autres?

(a) Souciet, Tom. I, p. 184.

(b) *Ibidem*, p. 5.

Mss. de M. de Lisle, N^o. 150, 1, 10.

Ibidem, N^o 150, 157.



L I S T E

DES MANUSCRITS ORIENTAUX

Concernant l'Astronomie , qui se trouvent dans quelques-unes des principales Bibliothèques de l'Europe.

Nous avons pensé qu'il seroit avantageux de trouver dans cet ouvrage les titres des manuscrits astronomiques conservés dans les bibliothèques ; cette notice enseignera les sources que l'on peut consulter. Nous nous sommes bornés aux manuscrits en langue orientale ; 1^o parce que le nombre des manuscrits grecs & latins seroit trop grand , & passeroit les bornes que nous avons voulu nous prescrire ; 2^o. parce que ces ouvrages écrits dans des langues familières , sont mieux connus ; ceux qui sont bons ont dû être imprimés & traduits : ceux qui ne l'ont pas été , sans doute ne méritent pas d'être connus.

En conséquence nous nous sommes adressés aux savans des villes de l'Europe , où il y a des bibliothèques célèbres. Nous allons transcrire ici les listes qu'il nous ont fait passer , en leur payant le tribut de reconnaissance que nous leur devons ; & nous placerons , en forme de supplément à la fin de l'ouvrage , ceux que nous avons demandés , & qui ne nous sont pas encore parvenus.

ARTICLE PREMIER

MANUSCRITS de la bibliothèque du Roi à Paris ; nous devons la notice suivante à M. Bejot , garde des manuscrits de la bibliothèque du Roi , qui a bien voulu nous communiquer tout ce qui dépend de lui , avec un zèle & une facilité qui prouvent le véritable amour des sciences & des lettres.

MANUSCRITS hébraïques avec les Nos du grand Catalogue de la bibliothèque.

Nos 436 *Anonymi Tractatus de astrolabio.*

== 438 1^o. *Ptolamei magna syntaxis, vulgò Almagestum, è græcâ linguâ in arabicam, & ex arabicâ in hebraicam ab Anonymo quodam conversum.*

2^o. *Averrois Astrologia quædam, interprete Jacobo, filio Samsonis Antoli. Vxiit Jacobus seculo decimo-tertio.*

N^{os} 439 *Ptolamei Almagestum*, ex arabicâ linguâ in hebraïcam conversum à *Rabb. Jacobo filio R. Abrahami filii Samson. Antoli.*

== 440 *Ptolamei Almagestum*, arabicè versum, caracteribus hebraïcis scriptum.

== 441 *R. Isaaci Israelita* *Jesod olam*, id est fundamentum mundi, in quinque partes divisum, quarum prima de astrologiâ & geometriâ, quatenus disciplinarum istarum cognitio ad fastos & intercalandi rationem requiritur: secunda, de figurâ, formâ & dispositione totius mundi, de orbium cœlestium numero, situ, revolutione, & varietate dierum, noctium & horarum, secundum regionum diversitatem: tertia, de spherâ solis & lunæ, de quatuor anni cardinibus, & de noviluniis: quarta, de intercalatione & de temporis dimetiendi ratione, à priscis Judeis usurpatâ, ubi nonnulla exponuntur Talmudis loca quæ difficiliora videri possunt: quinta, explicatio Tabularum ad calendarium perpetuum spectantium, juxta rationes *R. Addeæ & Rabb. Samuelis*. Ibi fit enumeratio Rabbiorum, quorum ope traditio propagata est à *Mose* ad postrema usque tempora. Sequitur calendarium secundum annos Judæorum, Arabum & Christianorum complectens.

== 442 *R. Abraham Ben Haiia Hispani* Tractatus de spherâ, hebraïcè & latinè, Basileæ editus.

== 443 *Anonymi* Tractatus de anni judaïci intercalatione, noviluniis, aliisque rebus ad idem argumentum pertinentibus. Hujusce operis liber quintus totus versatur in exponendis Tabulis astronomicis quæ, ad codicis calcem reperiuntur.

== 444 *R. Immanuelis filii Jacobi* Tabulæ astronomicæ, unâ cum introductione ad astronomiam.

== 445 1^o, *R. Immanuelis filii Jacobi* Methodus inveniendi momentum ipsum quo luna nascitur, solis & lunæ defectiones, unâ cum sex Tabulis, quas âlas aquilæ auctor appellavit.

2^o *R. Mosés Isaïa filii* Commentarii in Immanuelem.

3^o. *R. Naschon* Periodus,

== 447. 1^o. *R. Mosés Memonida* Tractatus de anni intercalatione.

2^o. Excerpta nonnulla, ubi de rebus astronomicis disputatur

N^{os} 449 1^o. *Avicena* Liber de cœlo & mundo. Scopus auctoris est ostendere, 1^o. materiam è quâ constant cœlestia corpora, aliâ quâvis materiâ esse multò perfectiorem : 2^o. eadem cœlestia corpora esse simplicia, & ab elementorum naturâ omninò discrepare : 3^o. nullum cœlestibus corporibus inesse animum : 4^o. illa nec oriri, nec interire : 5^o. certis quibusdam finibus circumscribi : 6^o. unum omninò mundum à Deo conditum esse : 7^o. conversionem cœli ab oriente ad occidentem à nonnullâ re corporeâ esse repetendam : 8^o. cœli figuram esse, rotundam : 9^o. mundi figuram quoque rotundam : 10^o. neque aliam esse terræ formam : 11^o. motum cœli esse ubique æqualem : 12^o. plures esse cœlos : 13^o. aerem non caleferi cœli motu, sed siderum radiis : 14^o. cœlum moveri in orbem, non autem sidera. Opus ex arabicâ linguâ in hebraicam *Anonymus* convertit.

2^o. *R. Immanuelis filii Jacob* Tractatus de conficiendi astrolabii ratione.

— 450 *R. Joseph filii Isaac* Compendium Tractatûs inscripti *Jesod olam*, id est, fundamentum mundi, non illius quidem integri, sed eorum duntaxat quæ ad siderum motus pertinent. In hocce compendio, quod auctor in XII capita distribuit, differitur : 1^o. de mundi fabricâ, & de illius partibus quæ incolas habent : 2^o. de stellarum motu & ordine : 3^o. de perpetuâ varietate ortûs & interitûs siderum : 4^o. de noctium & dierum discrimine, & anni cardinibus : 5^o. de dierum in locis habitatis differentiâ : 6^o. de lunæ singulis mensibus ortu : 7^o. de lucis lunaris momentis : 8^o. de causâ defectionis lunari : 9^o. de causis defectionis solis : 10^o. de variis rationibus quibus fixi sunt cardines : 11^o. de intercalationis quibusdam annis causâ : 12^o. de Tabularum explicatione quæ in hocce compendio occurrunt, & quomodo illis sic utendum. Tabulæ defunt, quæ cum in fundamento occurrant, illinc repeti possunt.

— 451 *Almagestum Ptolamæi*, ex arabicâ linguâ in hebraicam, ab *Anonymo* conversum.

— 452 *Alfragani* Elementa astronomica, ex arabicâ linguâ in hebraicam, ab *Anonymo* conversa.

— 453 *R. Samuelis filii Jacob* Introductio ad astronomiam, unâ cum Tabulis.

- N^{os} 454 *Anonymi* Tractatus de Astronomiâ : dividitur in duas partes ; quarum priore septem planetarum ratio & motus explicantur ; in alterâ de fixis disputatur , adjunctis amplissimis in partes singulas Commentariis.
- == 455 *Anonymi* Tractatus de Astronomiâ , tantâ incuriâ scriptus , ut legi vix possit. Is liber arabem quemdam auctorem habet , verum hebraïcis characteribus exaratus est.
- == 456 *R. Abraham Zacus* Tractatus de stellarum motu & ordine ; item de anni cardinibus , è variis auctorum hebreorum scriptis collectus.
- == 457 1^o. *R. Abraham filii Hiia Hispani* Liber de cognoscendis & subducendis siderum conversionibus.
 2^o. *Alfragani* Elementa astronomica , ex arabicâ linguâ in hebraïcam conversa à *R. Jacob filio abba Mori* , opus notissimum.
 3^o. *Aben Esra* Sepher olam , id est , liber mundi , ubi etiam de astrologiâ judiciariâ *.
- == 458 *Anonymi* de Spherâ siderumque motibus Tractatus.
- == 459 *R. Isaac filii Salomonis Hispani* Tractatus , cujus titulus via strata : ibi complures Tabulæ astronomicæ , quarum ope syderum eclipsim , conjunctionem & varios aspectus cognoscere licet. Hocce opus est quoddam quasi compendium auctoris Alarum.
- == 460 1^o. Explicatio Tabularum astronomicarum *R. Jacob Fual*.
 2^o. *Anonymi* Animadversiones in *Almagestum Ptolomei*.
- == 461 1^o. *R. Abraham filii Chiia Hispani* , insignis astronomi , qui duodecimo seculo floruisse dicitur , Tractatus de formâ terræ , hebraïcè & latinè jampridem editus.
 2^o. *R. Gerson filii Salomonis* liber , cujus titulus Porta cœli.
- == 462 *Abul Hacen Adib filii Sahih* Tractatus de calendario , ubi cursus solis atque ad astronomiam pertinentia explicantur.
- == 463 1^o. *Anonymi* Calendarium perpetuum , ad usum Judeorum accommodatum.
 2^o. *Anonymi* Calendarium aliud , ubi cabalistica quædam & chiroantica reperiuntur.

* Nous avons retranché les ouvrages où il n'étoit question que d'astrologie judiciaire ;

nous avons conservé ceux où l'on paroît avoir mêlé quelques connoissances astronomiques.

- N^{os} 464 1°. Fragmentum tractatûs cujusdam de Spherâ.
 2°. *R. Abraham filii Hiiæ Hispani* Tractatus de cognoscendis & subducendis syderum conversionibus. Auctor inquit in varios nationum computos, orbium cœlestium divisiones & fractiones.
 3°. *Anonymi* Disputatio de quibusdam circuli fractionibus, exscripta partim ex Almagesto, partim ex Euclide.
 4°. *Anonymi* Tractatus de cognoscendâ solis & lunæ conjunctione.
 5°. Appendix ad librum *R. Abraham* de Astronomiâ.
- == 466 *R. Ben Schelomon Hispani* in easdem Tabulas astronomicas & astrologicas Commentarius.
 Is codex dicitur exaratus ad flumen Rhodanum, quo videtur indicari Avenio oppidum.
- == 471 *R. Immanuelis filii Jacob* Liber Alarum, ubi de rebus ad astronomiam pertinentibus disputatur. Videtur floruisse seculo decimo-sexto.

ARMÉNIENS.

- == 115 Codex ubi continetur calendarium cujus ope paschatos dies & festa mobilia inveniuntur. Auctor hujusce calendarii *Jacobus quidam* qui se doctorem de Krim, id est, doctorum Armenorum in Tartariâ Krimeâ degentium profiretur : quod opus ait à se susceptum rogatu *Thome doctoris & Mouachi de Meazoba provincie Van*. Ibi autem *Jacobus* disserit :
- 1°. De triplici paschatos festo, quorum primum ab *Adamo*, secundum à *Mose*, tertium à *Christo institutum*.
 - 2°. De mensibus Armenorum, illorumque nominibus.
 - 3°. De epochis veteris Testamenti & Armenorum, quam *Anania de Chirak* vestigiis insistens anno Christi 553 incepisse contendit.
 - 4°. De cœlorum motu.
 - 5°. De mensurâ temporum.
 - 6°. De anno bissextili.
 - 7°. De Lunâ.
 - 8°. De Equinoctiis.
 - 9°. De diebus intercalaribus.
 - 10°. De magno paschate.
 - 11°. De signis zodiaci.
 - 12°. De die, mense & anno.

Mmmij

- 13°. De planis & illorum cum sole conjunctione.
14°. De methodo ad inveniendum diem paschatis adhibenda.
15°. De variis apud varias gentes calendariorum auctoribus :
Judæi ad *Mosem* & *Esdram* suum referunt, Romani ad *Aristar-
cum Atheniensem*, Ægyptii & Æthiopes ad *Leonidam*, *Origenis*
patrem, Græci & Syri ad *Anatolium*, Arabes & Macedones ad
Origenem, Bithyni & Cappadoces ad *Anghrem* quemdam, tan-
dem *Andreas Bysantinus* illa omnia in concordiam redegit
dicitur.

== 116 Codex ubi continetur calendarium cujus ope paschatos festum, ut
& festa mobilia ab anno 1553 ad annum 2075 inveniri possunt.
Quod si auctori fides, Armeni ab Adamo ad diluvium numerant
annos 2242; à diluvio ad extructam turrin Babel 521; ab extructa
turri ad Abrahamum 417; ab Abraham ad exitum Israelitarum
ex Ægypto 505; ab exitu ad primum templum 480; à primo
templo ad secundum 511; à secundo templo ad Christum 517;
à Christo ad sanctum Gregorium illuminatorem 322; à Sancto
Gregorio ad æram armeniam 241; à Christo ad Mahumedem 638
Is codex à *Jacobo presbytero* ex præstantissimo exemplari in urbe
Marzouan descriptus dicitur.

== 117 Codex ubi continetur calendarium, cujus ope festum paschatos &
alia mobilia ab anno 1553 ad annum 2080, nullo negotio
inveniri possunt.

== 119 Codex ubi continetur Parzatoumar, vel Barzatoumar, id est calen-
darium cujus ope dies paschatos & festa mobilia inveniuntur.

ARABES.

== 1107. *Almagestum Ptolamei*, sive syntaxis magna, è græcâ linguâ in
arabicam ab *Aboulsafar Ismaël-ben-Belil-Isaac-ben-Honain-ben-
Isaak*, medico longè celeberrimo conversâ; quam illius inter-
pretationem recognovit & emendavit *Thebit-ben-Corah*.

Is codex, qui sex tantum priores *Ptolamei* libros complectitur,
characteribus mauritanicis anno hegiræ 618: exaratus est, illud-
que eleganter & accuratè.

== 1108 Expositio sive Commentarius in *Ptolamei* opus quod *Almagestum*
appellari solet. Auctor *Mohieddinus-ben-Jahia-ben-Mohammed-
ben-abi-Schaker Hispanus*.

- N^o 1109 Codex ubi continentur 1^o institutiones astronomicæ, adjunctis Tabulis, auctore *Almamou-ebn-Ahmed-Busjanita*; 2^o. Institutiones astronomicæ *Nassireddini filii Isa Medici*.
- 1110 Tractatus in quo de rebus astronomicis. Auctore *Abdel-Rahman-Abulhucein-Soufi*. Adjunctæ sunt Tabulæ & figuræ constellationum.
- 1112 *Ebn-al-Sciater* Tractatus, ubi de astronomiâ & inveniendis æris celebrioribus; mahumedana nempè, syriaca & coptica.
- 1113 Tractatus de rebus ad astronomiam pertinentibus, unâ cum Tabulis eleganter descriptis: auctore *Abdelrahman filio Omar*, cognomine *Abul-Hucein-Soufi*.
- 1114 *Magemudis-Sciagminei* de orbe cœlesti & terrestri tractatus.
- 1115 Tractatus inscriptus quantum cognosci possunt orbium cœlestium divisiones. Ibi de orbium cœlestium ordine & motu, de terræ naturâ illiusque divisione, de temporis mensurâ, & variis apud varias gentes epochis. Auctor vixit anno hegiræ 633.
- 1116 *Ulugbei Tamerlani nepotis* Tabulæ astronomicæ, è persicâ linguâ in arabicam conversæ, à doctore quodam nomine *Jehia filio Ali Alrasfahi*.
- 1117 *Anonymi* Tabulæ astronomicæ.
- 1118 Codex ubi continentur, 1^o. Tabulæ duæ astronomicæ, quarum auctor est *Mohammed-ben-Mohammed-Abibekr-al-Lixini*: 2^o. *Anonymi* tabulæ positionum secundum longitudinem & latitudinem gradus, quæ à *Nassireddini* & *Ulugbehi* tabulis omnino diversæ sunt.
- 1119 Calendarium astronomicum & astrologicum, ad annum hegiræ 1040.
- 1120 Institutio astronomiæ recta, quâ nihil aliud est præter almanachum anno hegiræ accommodatum, à quodam *Mahummede Tulun*, adjectis variis Tabulis.
- 1121 *Jachijddini-Mahumedis-Almahruzi* de horologiorum fabricandorum ratione tractatus
- 1122 Codex ubi continetur tractatus de rebus ad astronomiam & astrologiam pertinentibus.
- 1123 Tractatus solaris de fundamentis sive principiis arithmeticæ. Ibi multa de mensuris, ponderibus & divisionibus hæreditatum, auctore *Abdallah filio Mohamed Kanyam*.

- N^{os} 1137 1^o. Liber judiciorum quæ è sirii Jemanensis, sive canis majoris ortu fieri debent: auctore *Hermete Hermetum*, qui aliàs *Edris* & *Mercurius Trismegistus* nuncupatur. Hocce opus, ut fama est, è veteribus membranis *Aristoteles Nicomachi filius* descripsit.
- 2^o. Tractatus de planetarum conjunctionibus, auctore *Abou-Maschar ben-Mohammed al-Balki*, qui vulgò *Albumazar* appellatur: quæ codicis pars anno hegiræ 1002 exarata dicitur.
- ==1138 *Ptolamei* Almagestum è græcâ linguâ in arabicam ab *Abi-Elwafa Mohammed-ebn-Mohammed Nurgionensi* conversum.
- ==1139 *Ptolamei* Almagestum è græcâ linguâ in arabicam ab *Anonymo* conversum.
- ==1140 Astronomiæ compendium, cujus auctor *Nassireddinus Tafenfis*.
- ==1141 Institutiones astronomicæ, quibus adjunctæ sunt Tabulæ: hujusce operis auctor *Mohammed-Abu-Wafa-Albuzgioni*.
- ==1142 Institutiones astronomicæ, quarum auctor *Schehiaeddinus Aboubekr*.
- ==1143 *Anonymi* Institutiones astronomicæ, unâ cum Tabulis ad diversas epochas tam solares quàm lunares accommodatis.
- ==1144 1^o. Fragmentum Institutionum astronomicarum, auctore *Ebn-Affchather Damasceno*.
- 2^o. *Ebn Junes* Egyptii Tabulæ astronomicæ.
- ==1145 *Giamaliddini Mardinensis* Tabulæ astronomicæ, quarum ope calendarium emendari & almanachus confici potest.
- ==1146 *Anonymi* Tractatus ad astronomiam & astrologiam quam judicariam vocant pertinens. Dividitur in sectiones 60, quibus de cælo, stellis, planetis, & illorum motu, de bonâ vel malâ fortunâ, quæ, si auctori fides, tota à syderum influxibus pendet; de zodiacis signis, de lunæ stationibus, de septem mundi climatibus, de dierum faustorum & infaustorum cognoscendum ratione.
- ==1147 *Huceini Ali filii Omar Marocani* Operum mathematicorum pars prima, in quâ de rebus ad astronomiam pertinentibus dissertitur, adjunctis figuris & tabulis.
- ==1148 *Abulhacen Ali filii Omar Marocani* Operum Astronomicorum pars altera. Ibi de instrumentis astronomicis & illorum usu dissertitur.
- ==1149 *Macmud Ebn Moamad* Disputatio de orbe cælesti & terrestri.

N^{os} 1150 Tractatus inscriptus qualitatibus comprehensio, auctore *Macmud-ebn-Mashud Sciarrareo*, magno Mahumedanorum Judice. Ibi differitur de corporum cœlestium naturâ, & de terræ partibus habitabilibus, &c.

=1151 1^o. Tractatus de corporibus cœlestibus, orbiumque cœlestium formâ & motibus, auctore *Nassireddino Mohamede Thuseo*.

2^o. In hunc tractatum Commentarius, cujus auctor *Abdilvahed Mohamedis filius*.

=1152 Commentarius in *Mohammedis Kouaresmi* Tractatum de corporibus cœlestibus. Commentarii autem illius auctor *Affid Ascharif Gergianensis*, cujus mors in annum hegiræ 816 cadit.

=1153 1^o. *Anonymi* Disputatio de syderibus motibusque illorum, de circulis, zodiaci signis, horizonte, aliisque ejusdem argumentis.

2^o. Ejusdem disputatio de longitudinibus & latitudinibus, de partibus terræ habitabilibus. Is codex exaratus est anno hegiræ 896.

=1154 Opus inscriptum Liber originis veritatum, è cœlorum scientiâ. Dividitur in partes decem, ubi de septem planetis, illorum influxibus & proprietatibus.

=1155 *Gemuliddini Mardinensis* Tabulæ astronomicæ.

=1156 Tractatus brevis de solis cursu illiusque mansionibus, auctore *Abderhaman, Thannabensi*.

=1157 1^o. *Anonymi* Tractatus de quibusdam instrumentis astronomo necessariis, linguâ arabicâ scriptus.

2^o. *Anonymi* Opusculum ejusdem argumenti, linguâ quoque arabicâ.

3^o. *Efir Eddini* de astrolabio Opusculum, linguâ arabicâ.

4^o. *Anonymi* Opusculum ejusdem argumenti, linguâ persicâ.

5^o. *Izzeddini* Dissertatio de quodam instrumento astronomico; arabicè.

6^o. *Selimi* Tractatus ad astronomiam pertinens, Turcicè. Desiderantur initium & finis.

7^o. *Jacobi-ben-Iasac-Alkindi* Tractatus de instrumento quodam mathematico sibi reperto, arabicè. Floruit *Jacobus* duodecimo sæculo.

8^o. *Anonymi* Tractatus de sphericis, 27 capita complectens.

- 9°. *Anonymi* Opus de astrolabio, quinquaginta capitibus constans, persicè.
- 10°. *Moussafa* de punctis ortûs & occasus solis, dum signa zodiaci percurrit, turcice.
- 11°. *Izzeddini* Tractatus astronomicus, arabicè.
- 1158 1°. *Zainiddini Abderrohami Hanifensis* Tractatus de astrolabio, in decem sectiones divisus; quæ omnes, si primam excipias, desiderantur.
- 2°. *Anonymi* Tractatus de cognitione temporum & horarum. Sequuntur alii tres Tractatus.
- 3°. *Sçiamiddini Algozuli* Opusculum de cognitione temporum & horarum,
- 4°. *Anonymi* Fragmentum de citculis ad horizontem parallelis.
- 1159 1°. Tractatus de astrolabio, illiusque usu & utilitate, auctore *Abu-Rihan-Mohammed Bacciuni*; constat capitibus viginti.
- 2°. Tractatus ejusdem argumenti varia capita complectens, auctore *Abderrahman filio Omar*, qui vulgò *Abu-Hassan sapiens* appellatur,
- 1160 Commentarius in annulum *Abi-Ahmed*. In eo autem opere de astronomici illius annuli fabricandi ratione, illius usu & proprietatibus disseritur, auctore *Fakreddino-Osman-Abu-Omar-Ansari*.
- 1204 Codex ubi continetur Calendarium julianum.
- 1205 Mensium sive lunarum computus, cui calendarium julianum subjungitur,

P E R S I A N S.

- 162 Liber inscriptus philosophiæ Compendium, auctore *Anonymo*. Dividitur opus in partes quatuor, ubi de arithmeticiâ, geometriâ, astronomiâ, musicâ, telluris formâ, logicâ, mundo superiore & inferiore, &c.
- 163 Tabulæ astronomicæ, accuratissimè à variis antiquorum, recentiorumque astronomorum observationibus collectæ, adjunctis institutionibus astronomicis, auctore *Nassireddin Muhammede filio Hussein Elthouffi*, qui opus illud jussu *Holagou-kan* aggressus esse dicitur.

- N^o 164 *Ulug-Beghi Tamerlani nepotis* Tabulæ astronomicæ. Hujusce operis partem, ubi de stellis fixis in latinam linguam convertit *Thomas Hyde*.
- == 165 *Anonymi* Tabulæ astronomicæ.
- == 169 Varii Tractatus de rebus mathematicis, *verbi-gratiâ*, de astrolabio, &c.
- == 170 Tractatus de astronomiâ & astrologia quam judiciariam vocant, auctore *Zahir-ul-Hakk-Mohammede-Messoud filio el-Gaznevyy*.
- == 171 *Ulug-Beg* Tabulæ astronomicæ in partes quatuor divisæ, quarum prima de celebrioribus orientalium epochis: secunda de temporum cognoscendorum ratione: tertia de planetarum cursu: quarta de stellis fixis; auctoribus *Gaiassuddin & Cadyfade Etroumi*, clarissimis suæ ætatis astronomis, qui jussu *Ulug-beg Tamerlani nepotis*, huic operi manum admoverunt: illud autem ex arabicâ linguâ in persicam à *Mahmoud, Muhammedis filio*, anno hegiræ 904 conversum est.
- == 172 Tabulæ astronomicæ *Ulug-Beghi*, ex arabicâ linguâ in persicam conversæ. Illarum pars quæ longitudinem & latitudinem stellarum spectat, edita Oxonii anno 1665., operâ *Thomas Hyde*.
- == 173 Epitome Tabularum astronomicarum, quas *Nassir-Eddinus-el-Thouffy* jussu *Holagou-kam* septimo hegiræ seculo composuit: Epitomes autem illius auctor vocatur *Ali-chah, vel Ola-al-Bokhary*. Dividitur opus in duas partes, quibus de epochis celebrioribus, stellis fixis, sideribus, planetis, cæterisque ad res astronomicas pertinentibus.

T U R C I S.

- == 180 *Anonymi* Tabulæ astronomicæ & chronologicæ, unâ cum ephemeridibus, quæ videntur scriptæ imperante *Amurathe* ejus nominis secundo: nonnulla desiderantur.
- == 181 Calendarium ad annum hegiræ 1054 spectans. Illius auctor quidam *Hussain*, primarius sultani *Ibrahimi Amedis filii*, decimi-octavi Turcarum Imperatoris astronomus.
- == 182 Calendarium turcicum: desideratur primum folium.
- == 183 *Anonymi* Tractatus de astrologiâ; nonnulla quoque de eclipsibus
- Tome I. N n n n

N^{os} 184 Introductio ad astronomiam, in sectiones sexaginta quatuor distributa, auctore *Ali-Ogli-Hassan*.

== 185 Calendarium perpetuum ab *Anonymo*, anno hegiræ 1009 scriptum.

== 186 Opus inscriptum *Tarik-el-Arab*, id est epocha Arabum in quo inter annum Græcorum & Arabum comparatio instituitur: initio codicis calendarii quasi quædam species occurrit.

== 187 Opus inscriptum *Ibtida-Teghir-Huioux*: dividitur in duas partes, quarum prior calendarium exhibet nostrorum non absimile. In secundâ de ratione quâ futura divinari possint, disseritur, auctore *Dgiafer*.

== 188 *Anonymi* Calendarium turcicum, nostrorum non absimile.

== 194 *Anonymi* Calendarium turcicum.

MANUSCRIT arabe envoyé postérieurement à la bibliothèque du Roi.

== 1119 Calendarium ad annum hegiræ 841 accommodatum.

MANUSCRITS CHINOIS.

== 22. Ve
 lun
 kuam
 y

Id est, lunarum ordinationis lata expositio.

Is liber non ea solùm continet quæ ad astronomiam & astrologiam sinicam spectant, sed etiam res quæ per varia sæcula à Regibus & Imperatoribus gestæ sunt, pro more Sinarum, qui cùm observationes syderum ad rempublicam referant, historias varias & imperii mutationes libris astronomicis inserunt. In eodem libro multa de antiquis mundi systematibus reperias: auctor *Lupuguei*, administer *Tŭ-Xi-hoam-ti*, Imperatoris, qui murum illum sinensem ædificandum curavit. Commentatores hujus libri pluri; agmen ducit *Chu-ven-kum*: is sæculo Christi XIII librum correxit, edidit & commentariis adornavit. Secutus est alius commentator *Hum-ym-kin*, ejusque extant notæ in hunc librum elegantes. Denique sæculo Christi XVI, imperante *Van-lie*, alius commentator *Tai-gin*, discipulus ejusdem *Hum-ym-kin*, expositionem magistri sui animadversionibus suis illustravit (unde nostri libri inscriptio *Ve-lim-kuam-y*) & *Tŭ-Van-lie* Imperatori dedicavit; præfationem Imperator ipse addidit: impressus liber anno 1587 *Tŭ-Van-lie* 20, estque in volucris unius, voluminum 8

N^{os} 23.Cum
chin
lie li

xu,

Id est, *ŕ-Cum-chim*, sive Imperatoris *Cum-chim* calendarii liber. Tractatus hic de astronomiâ & aliis matheſeos partibus, totus ex *Euclidæ*, *Cavio* & antiquis mathematicis græcis & latinis desumptus est, & compositus à doctis astronomis è *Societate Jesu*.

== 24 Liber latinè inscriptus cœli phenomena.

Habet autem partes duas, quarum altera agit de lunæ cum cæteris planetis conjunctionibus, & vice versâ; itemque de iis conjunctionibus quæ sunt ejusdem lunæ ac cæterarum planetarum cum fixis; notabis autem id non nisi ad annum Christi 1674 pertinere. In alterâ sunt ephemerides sinicæ, sive motus planetarum septem, ad annum Christi 1679. Pars prima manu scripta est, altera impressa; utraque autem *R. P. Verbieſt* è *S. J.*

== 25 Liber organicus astronomiæ apud Sinas restitutus sub Imperatore *Sinò Tartarico*, *Kam-hi* appellato, auctore *P. Ferdinando Verbieſt*, *Flandro Belga Bratgeest*, è *S. J.*, *Academia astronomica in regiâ Pechinenſi præfecto*, anno salutis 1673. Opus hoc totum machinis variis, tum ad sphæram, tum ad cæteras matheſeos partes artinentibus, exhibendis delineandisque occupatur. Præmittitur tantum præfatio quæ figurarum illic descriptarum, & modum quo fieri debeant, & usum ad has vel illas artes, ad hæc vel illa opera, idque generatim duntaxat exponit. Multa sunt quæ ad geographiam, tabulasque geographicas conficiendas multa quæ ad luminis refractionem, ad specula elaboranda, eorumque species diversas, imò ad hydraulicam & agriculturam referantur.

MANUSCRIT chinois que M. l'abbé Bignon a donné à la bibliothèque du Roi.

== 20.

Tien
muen
lio,

Id est, cœli porta parva, seu parvus de sphæra tractatus; auctor *Jesuita Lusitanus*, agit de sphæra, planetis, circulis, &c. idque juxta antiquorum systemata & per figuras. Præfatio triplex est, cum ad libri commendationem, tum ad materiæ per se difficilis elucidationem, volumen 1.

N n n n ij

MANUSCRITS donnés par MM. des Missions étrangères à la bibliothèque
du Roi en 1720.

N^{os} 42. Kia
cu
hoei
ki,

Cyclorum (queis Chronologia Sinarum tota innititur) collectio
& commemoratio.

In præfatione hujus libri agitur de cyclis, ac præcipuè de cyclo
annorum sexaginta, atque auctore ejus *Hoam-ti*, annoque ejus 8.
Postea sequitur indicatio eorum, in quibus unusquisque cyclus
incipit, annorum, ab ejusdem *Hoam-ti*, anno 8; idque per omnes
Imperatores ex historiâ designatos, ab *Hoam-ti* ad extrema usque
tempora. Adduntur etiam dissertatiunculæ de primis antè *Hoam-
ti* sæculis, de *Fohi*, ejusque prædecessoribus.

44. Tien
muen,

Id est, cœli portâ.

Tractatus de spherâ juxta principia antiquorum, auctor *sacerdos*
S. J., idque *re-Van-lie* temporibus.

45. Tien
muen
lio,

Id est, cœli porta parva: alius de spherâ tractatus.

47. Yven
kim
xu,

Id est, Dissertatio seu oratio de specillis longè prospicientibus,
(*des lunettes d'approche*)

Præfatio est de specillorum utilitate iis omnibus qui astronomiam
rectè tractare volunt, & per totam dissertationem agitur de vitro-
rum præparatione, ut inde specilla elaborentur. Præterea objec-
torum elongationem atque appropinquationem, lucis gradus,
cœlorum similitudinem ac dissimilitudinem, pro hac vel illâ
distantiâ, & linearum ex hac vel illâ describendarum rationem
expendit auctor: scripsit autem sub *Tien-ki*, *Ta-mim* decimo-
quinto, & annò ejus sexto. Europæus fuit, cum Aristotelem
ejusque librum *de partibus* appelleret, volumen 1.

N^{os} 50. Lun
yn
chi
tien,

Id est codex dans sensum rotæ annuæ.

Est almanach ecclesiasticum, seu christianum, qualia ad usum christianorum apud Sinas imprimuntur quotannis.

- == 51 Liber *chinois* & sine titulo, sed ex genere almanachico, eoque juxta astrologiæ principia. Porro in hoc libro videre est cyclum & quid quid ad anni ac mensium ordinem pertinet, unâ cum prædictionibus.

MANUSCRITS chinois que M. de la Breteche, Consul à Nankin, a achetés pour la bibliothèque du Roi en 1723.

- == 42. Tien
ven
tà
chim.

Id est, cœli scientiæ magnum opus, quasi dicas Almagestum.

Agitur enim præcipue de astronomiâ & astrologiâ, quæ scientiæ apud Orientales, imò apud antiquos omnes ferè conjunguntur. Hic figuras videre est multas globorum, astrorum, planetarum, solis & lunæ, &c. In primo volumine, post præfationes, catalogus est & enumeratio eorum qui apud Sinas observandis astris operam dedere omniunt, & sunt, ut minimum quid dicam, quingenti. Tàm sequitur rerum astronomiæ & astrologiæ subjectarum index propè infinitus; auctor *Hoam (ô-gan)*, alias *Hoam-tim-yo-yih*, vulgò *Hoam-tim-yo*.

MANUSCRITS INDÉENS.

- == 193 Liber astronomicus *Siddhanta-marsuri* vocatus, unius libri est.
== 494 Liber inscriptus *Katak-arnava*, Tractatus idem astronomicus.
== 195 Alius Tractatus astronomicus cui titulus *Bhassuati*.
== 196 Liber inscriptus *Zioich-tocto*, de astronomiâ ad religionem relatâ ac referendâ.
== 197 Liber inscriptus *Dziouâ-pratip*, seu Prodiu astronomica.
== 198 Liber inscriptus *Xuddi-dipika-xura-nirnoc*. Liber est astronomicus & propriè ad calendarium pertinens.

N^o 199 Opus inscriptum *Krama-dipika*. Liber est astronomicus simul & astrologicus.

— 200 Opus inscriptum *Samice-Pradipa*, aliàs *Prodipe*. Itidem astronomicus & astrologicus liber.

— 201 Liber inscriptus *Satkritia-dipika*, vel *Satkritia-Muñaboli*, de rebus astronomicis.

MANUSCRITS orientaux de la bibliotheque d'Oxford.

Nous devons cette notice des Mss. d'Angleterre à M. Magellan, zélé correspondant de l'Académie des sciences de Paris & de tous les savans. Il a intéressé pour nous plusieurs savans d'Angleterre ; à Oxford M. Horne Vice-Chancelier de l'Université, M. Hornsbi, professeur d'astronomie, & M. Uri, qui, occupé à faire le catalogue des manuscrits de la belle bibliothèque d'Oxford, a bien voulu en détacher la notice suivante concernant les Mss. orientaux.

L A U D. A 50 in-4^o.

Codex bombycinus, luculentè exaratus, ubi continentur tabulæ motuum quinque planetarum, nempe Saturni, Jovis, Martis, Veneris, & Mercurii, à *Mohammede-ben-Asta* ad meridianum Damasci accommodata.

L A U D. B. 115. in folio.

Codex chartaceus, caractères africains, exscriptus, complectitur tractatum astronomicum, cum tabulis in capita XXIV distinctum inscriptumque, via regia curiosorum, auctore *Abolabba Ahmed-ben-Mohammed-ben-Othman-Aluzadi*, cognomento *Aen-Alhenha*.

CODICES ASTRONOMICI ARABICI.

M A R K & H. 296. in-4^o.

Codex bombycinus, luculentè, absque anni notâ, exaratus, continens Tractatum astronomicum, bipartitum : pars prior de sphaerâ celesti, posterior de terrestri agit, adjectis utrobique figuris mathematicis : inscribitur, *Meta problematum de scientiâ astrorum*. Auctor est *Ali-ben-Ibrahim-ben-Mohammed-ben-Alshater*, horarum in templo Omniadatum assignator.

M A R K & H. 616. in-8^o.

Codex bombycinus, persicis exscriptus litteris : complectitur Tractatum de cœlis & astris, à *Mahmud-ben-Musad*, qui anno hegiræ 710 obiit, in

gratiam *Veziri-Emir-Shah-Mohammed-Alshirazi* compositum. Titulus est *Munus schaiticum*, Notæ ad oram complures sunt conjectæ.

M A R S H. 693. in-8°.

CODEx bombycinus, anno hegiræ 731 elegantissimè exaratus, comprehendens institutiones astronomicas, quibus titulus: *Mundus intelligibilis*. Opus tribus constat partibus, in plura capita divisus: prima differit de mundo superiori, secunda de mundo inferiori, tertia de temporum cognoscendorum ratione. Salutatur auctor *Abu-Ali-Alhasan-ben-Ali-ben-Mohammed-ben-Ibrahim-Almeruzi*.

M A R S H. 618. in-4°.

CODEx chartaceus, caractere africano transcriptus; continet opus astronomicum, hoc prænotatum titulo: *Liber perfectus de elementis*. Diducitur in sex partes, plura in capita abeuntes, ubi de orbibus cœlestibus, eorumque ordine & motu, de terrâ, ejusque natura & divisione, de temporum mensurâ & variis apud varias gentes epochis. Auctor est *Ibn-Alhaim*, qui est *Abu-Mohammed-Abdihak-Alkhafiki*.

H U N T. 483. in-8°.

CODEx bombycinus, densus & decorus, anno hegiræ 932 exaratus. Ibi occurrit commentarius, *Sermo explanatorius* nuncupatus, in *Anonymi* de astronomiâ Tractatum, *Memoriale* dictum, qui quatuor absolvitur partibus: prima ea continet quorum cognitio, ad subsequentiâ rectius intelligenda, est necessaria: agit secunda de spherâ cœlesti, tertia de spherâ terrestri: quarta de mundi spherâ in communi: commentatoris nomen *Mohammed-ben-Ahmed-Alkhafari*.

L A U D. B. 86. in-folio.

CODEx bombycinus, foliis 90 constans: exhibet tabulas astronomicas; secundum menses Arabum, Græcorum, Coptorum, Persarum, quibus titulus *Margarita selecta*. Auctor appellatur *Cas Griacus*.

H U N T. 142. in-4°.

CODEx bombycinus, anno hegiræ 698 nitidè exaratus. Ibi reperitur Tractatus astronomicus, tertia *Demonstratio* inscriptus, duas habens partes in plura capita diductas: una spheram cœlestem, terrestrem altera exponit. Vocatur auctor *Behaeddin-Abu-Mohammed-Alkharaki*.

H U N T. 193. in-4°.

CODEx chartaceus, anno hegiræ 1009 exscriptus : complectitur commentarium *Cadi-Zadeh-Alrumi* in *Mahmudi-ben-Mohammed-ben-Omar-Algiagmini* de sphaerâ sive astronomiâ libellum, *Summarium* dictum, cui partes sunt duæ : prior de orbibus cœlestibus, planetis eorumque motu, posterior de terrâ, ejus qualitatibus & divisione, agens.

H U N T. 249. in-folio.

CODEx bombycinus foliis 140 constans : complectitur *Tabulas motuum septem planetarum*, titulo : *Methodus facilis*, cujus auctor *Alkhuzi*.

H U N T. 144. in-folio.

CODEx bombycinus, luculentè exaratus, quo comprehenduntur *Tabulæ astronomicæ ilekhanicæ*, è persicâ linguâ in arabicam à *Sheabeddino-Aleppino* conversæ, & compluribus accessionibus locupletatæ, quibus titulus : *Monile Yammanicum*. Auctor suum obiit diem anno hegiræ 857.

H U N T. 306. in-4°.

CODEx bombycinus in calce truncus : exhibet *Tabulas ad siderum vagorum motus pertinens*. Titulus est *Tabula peritissimi Ben-Alshater*.

H U N T. 273. in-4°.

CODEx Bombycinus foliis 30 constans, ubi continetur operis de constellationibus seu asterismis fragmentum, incipiens à *Fiumine* sive *Eridano*, desinens in *Sagittâ*. Auctor est *Abulhosain-Alsuphi*.

M A R S H. 672. in-folio.

CODEx bombycinus, sine mutilus, foliis 190 constans. Ibi representantur *Nagimoddeni-Abi-Abdalla-Mohammed-ben Ægyptii* *Tabulæ astronomicæ*, sed sine præfatione, & præceptionibus ad illarum usum necessariis,

H U N T. 312. in-folio.

CODEx bombycinus, anno hegiræ 966 descriptus, folia 174 complectens : continet opus, *Liber stellarum fixarum* inscriptum, ubi de numero & nomenclaturâ constellationum, in quas stellæ fixæ sunt distributæ, & de stellis insignioribus, cum longitudinum & latitudinum *Tabulis* : auctore *Abdalrahman-ben-Omar*, vulgò *Abulhosain-Alsuphi*. Accedunt figuræ constellationum eleganter delineatæ.

HUNT.

HUNT. 547. in-4°.

CODEx bombycinus, nitidè transcriptus, quo continentur :

1°. *Ptolamei Almagestum*, sive *Sintaxis magna*, ab *Abu-Abdalla-Mohammed-ben-Ahmed-Alhazemi-Alsaïdi* in compendium missa.

2°. *Ali-ben-Ibrahim-ben-Alshater* *Astronomia*, de quâ suprâ.

MANUSCRITS orientaux de la bibliothèque de l'Université de Cambridge, que nous a procurés M. Magellan, par les soins de M. de Laval.

LIBER astronomicus. arab.

{ Libri tres priores astronomici : primi auctor *Gemaladdin Mardini*.

{ Quartus, qui persicus, de geomantiâ.

Liber de locis stellarum & ortu noviluniorum. . . . arab. : auctore *Abu-Abdallaro-Mahammed filio Arabi Alchatemtaxensi*.

Tabula dicta *Trutina Hermetis*,

Liber astronomicus mutilus. 8°. pers.

Messalah Tractatus de astrolabio.

Liber *Thebit* ad *Almagestum*,

Alfergahus de astris, &c.

Haly Abenragel.

Liber *Thebit* de imaginibus.

Tractatus parvus astrologicus in membranâ conscriptus AD 1235, litteris propemodum evanescentibus.

Arzachelis *Canones tabularum*.

Alfraganus de sphaerâ.

MANUSCRITS arabes de la bibliothèque de l'Escurial, tirés du grand catalogue in-folio, imprimé à Madrid l'an 1760. Tome premier.

N^{os} 903 CODEx litteris cuphiceis exaratus, absque anni notâ, foliis constans 229, quo continetur opus egregium *Mohammedi-ben-Giaber*, vulgò *Albategni*, astronomico-chronologico-geographicum, capita 57 complectens.

Ibi Tabulæ celebriorum epocharum Græcorum, Assyriorum, Arabum & Persarum, cum mutuâ earumdem reductione ac deductione, præscriptis ad illarum cognitionem & usum pluribus regulis : Tabulæ astronomicæ exprimendis comprobata : postremò Tabulæ geographicæ locorum, tum longitudine, tum latitudine assignatâ.

Tome I.

O o o o

N^{os} 904 Codex litteris cuphicis exaratus, sine anni notâ, constans foliis 64, quo continentur :

1^o. Opus inscriptum *Via patens ac regia curiosorum* in XX capita distributum, Tabulas astronomicas complectens, quas *Abulabbas Ahmed-ben-Mohammed-ebn-Othman-Alaxaddi Hispanus* composuit Marochi anno hegiræ 619, Christi 1222, aptavitque ad occidentis gradus 21, ducto scilicet à principio à feriâ 5, unde æra hegiriana ocepit.

2^o. Opus de astronomiâ cum suis Tabulis, carmine conscriptum ab *Abulhassan-Ali-Ben-Abi-Ali Constantiensi Granatensi*, qui anno hegiræ 653 floruisse perhibetur.

= 905 Codex nitidè exaratus, anni notâ prætermittâ, quo continetur opus elementa astronomica complectens, in IX partes, sive tractatus distributum : auctore mathematico præstantissimo *Abi-Mohammed-Giaber-ben-Aflah Hispanensi*, quinto hegiræ sæculo nobili. Is quidem ex Græcis *Menelaum, Theodosium & Ptolameum* laudat, præter *Autolicum, Aristarchum, Hypsiclem, Hypparchum & alios*, quorum scripta arabicè olim conversa fuisse novimus.

= 909 & 910 Codices litteris cuphicis exarati, quibus continentur *Ptolamei Syntaxis*, seu *Almagesti* libri IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII & XIII arabicè versi, iique integri cum suis Tabulis.

= 913 Codex litteris cuphicis exaratus, nullâ prorsus anni notâ, quo continentur : Opusculum de planetarum conjunctionibus in VII capita divisum, auctore *Albulmazar* : Opus de sciothericis hispali exaratum, titulo *Scientia ex umbrâ desumpta* : ubi problemata XLIV & sciothericæ figuræ LIII occurrunt. Auctor est *Abi-Abdalla-Mohammed Hispanus*, doctus arithmeticus, qui sphæram alio quidem modo ac *Ptolameus* descripsit, ut ipse in prologo fatetur ; plurima etiam exhibet sciotherica inventa, demonstratque.

= 915 Codex nitidè exaratus, quo continetur tractatus de astronomiâ in partes V, & in capita LVI distributas, hunc præferens titulum : *Introductio in astronomicam disciplinam*, cujus auctor *Abu-Hassan-Abdelrahman-ben-Omar-Suphita*, qui in gratiam Regis *Adhadeldaule* id opus cum Tabulis eleganter descriptis & constellationum figuris composuit, illique nuncupavit.

Nº Ejusdem tria extant exemplaria in regiâ bibliothecâ parisiensi ;
num. 1110, 1111, 1113.

919 Codex nitidè exaratus, quo videlicet continentur astronomicæ institutiones cum tabulis, ubi de puncto verticali, de sciothericis & astrolabiis, auctore *Ali-ben-Abdelrahman-ben-Junes-ben-Abd-leelala*, qui anno hegiræ 369, Christi 979, Caira floruit, ubi astronomicas Tabulas condidit, & *Hakimo* Ægypti Regi nupavit.

Hujusmodi Institutiones ac Tabulæ, quæ *Hakemetica* vocitantur, divisæ sunt in tomos quatuor, quorum secundum suprâ recensuimus. Harum verò aliud extat exemplar in regiâ bibliothecâ parisiensi, num. 1144.

922 Codex pereleganter exaratus, anni notâ defectus, continens Tabulas astronomicas, hoc titulo insignes, *Tabula mamonica*, quas *Almamoni* Imperatoris jussu condidit, vulgavitque *Jahia-ben-Abi Mansor*, nobilissimus astronomus.

925 Codex litteris cuphiceis exaratus, absque anni notâ, quo nimirum continetur tractatus inscriptus *Liber de sphaeris*, auctore *Abi-Mohamad-Giaber-ben-Aphlah Hispalensi*, suprâ laudato : qui præter astronomicas observationes, sive *Hispani Cordubæ* sæpius ab ipso institutas in æquinoctiis & solstitiis observandis excelsisse memoratur. Præ cæteris *Ptolæmeum*, quem passim illustrat, *Hypparchum*, *Eudoxium*, aliosque tùm Græcos, tùm Arabes citat.

926 Codex nitidè exaratus, quo videlicet continentur :

1º. Commentarius in tractatum de astrolabio præstantissimi mathematici *Badereldini*, vulgò *Almardini*, id est, *Mardinensis* : auctore *Abdelrahman-Altagiuri-Alepino*. Tractatus is agit de astrolabii constructione, usu atque utilitate ; dividiturque in capita XX. Commentarius autem exaratus est anno hegiræ 944, Christi 1537.

2º. Ejusdem *Mardinensis* opus inscriptum *Theaurus* quadrantis astronomici usum complectens, in capita CLXXXV distributum.

3º. Opusculum ejusdem argumenti, quod *Quadrans perfectus* inscribitur : ejus auctor *Abu-Abdalla-Abilphath-Mohamad-Suphita Hispanensis*, quinto hegiræ sæculo notus.

4º. Ejusdem Opusculum aliud, de puncto verticali titulo, tractus
Oooo ij

ÉCLAIRCISSEMENTS.

verticis , qui zenith pro semt in astronomorum scholis corruptè dicitur.

5°. Ejusdem de lunæ elevatione , latitudine , longitudine ac novilunio liber.

6°. Tractatus de astrolabio , quàm elegantissimè exaratus anno hegiræ 913 , inscriptus *Collectio compendiorum* , id est , institutio ad cognoscendam solis elevationem seu altitudinem.

7°. Tractatus , titulum *Cursus astronomicus* præferens , ubi Tabulæ occurrunt astronomicæ , unà cum chronologicis , ad inveniendas Arabum , Persarum , Græcorum , Coptorum epochas expeditis. Auctor est *Abu Abdalla-Abkhalisi*.

== 927 Codex litteris cuphicis exaratus , aliquot foliis in fine mutilus ; institutiones complectens astronomicas , chronologicas & geographicas , in capita C. distributas , easque tabulis exornatas , hâc inscriptione : *Tabularum corona & Thesaurus sufficiens* : auctore *Abi- Abdalla-Mohamad-ben-Abi-Schaker Granatensi* , astronomiæ peritissimo , qui sæculo hegiræ septimo enituisse memoratur.

== 636 Codex litteris cuphicis exaratus , foliis aliquot in fine mutilus , quo continetur opus *Calendarium* inscriptum , ubi mensium ratio diligenter expenditur : auctore *Hassan-ben-Ali-Alamui Cordubensi* , qui vixisse videtur anno hegiræ 356.

== 956 Codex nitidè exaratus , quo continentur :

1°. Liber de astrolabio circini recti figuram referente , quod *Ismaël-ben-Hebatalla Emessenus* , ad cognoscendam syderum elevationem , distantiam , longitudinem ac latitudinem excogitavit anno hegiræ 695 , in capita VI distributum.

2°. Tractatus de circulis parallelis in X divisus capita ; cujus auctor *Ebn-Almagedi* , incertæ ætatis & patriæ scriptor.

3°. Ejusdem Tractatus alter de ratione horas cognoscendi , idque secundùm Ægyptiorum rationem & consuetudinem , in capita XXI divisus.

4°. Opusculum de astrolabio , inscriptum *Cancer* , quod septentrionale & australe vocatur , id est , ad Septentrionem & austrum conditum , XXV capita complectens : auctore *Mohamad-ben-Nasser-ben-Said Hispano* , qui anno hegiræ 511 , Christi 1117 , librum absolvit.

N^{os}

5°. Libellus de quadrantis usu, cum ad cognoscendas locorum distantias, tum ad gradus altitudinis solis, aliorumque syderum inveniendos, in XXIX capita distinctus: auctore *Schmaseddino Mohamad-ben-Ahmad-Almosi Hispalensi*.

6°. Opusculum de Analemmate planisphaerico, in III partes distributum, hoc titulo: *Descriptio planisphaerii doctoris Abilabbas-Alphadheli-ben-Hatem*.

7°. Libellus de astrolabio universali, quod omnes videlicet latitudines complectitur, & cujus usus ad omnes regiones patet, continens capita CLXI. Ejus auctor *Abu-ali-Hossain-ebn-Ahmad-Ebn-Mas Hispanus*.

== 957 Codex litteris cuphiciis exaratus, anni notā prætermittā, Tabulas astronomicas complectens, in quibus instrumenti cujusdam usus ad singulorum syderum motus observandos accommodati, quod ab inventoris nomine *Zarcallicum* est appellatum, & accuratè describitur, & pluribus argumentis comprobatur: auctore *Abi-Isaac-ben-Jahia-Alzarcalli Cordubensi*, magni nominis astronomo, quem sæculo hegiræ quinto floruisse suspicamur.

== 958 Codex nitidè exaratus in quo continetur opus de planetarum theoriā, titulo *Liber sphaera*, auctore *Nureddino*, astronomo Hispalensi, vulgò Petrucci.

Is autem vestigiis insistent *Abi-Isaaci-Alzarcalli Cordubensis*, & *Abi-Mohamad-Giber-ben-Aflah Hispalensis*, à *Ptolamei* sententiā, quoad stellarum fixarum sphaeram & motum, uti etiam quoad Solis, Veneris & Mercurii orbes discedit.

== 959 Codex litteris cuphiciis exaratus, in quo occurrit tractatus de astrolabio, XXXV capita complectens, inscriptus *astrolabii Descriptio & intelligentia nominum signorumque descripti planisphaerii, tum externorum, tum internorum*: auctore *Ahmedo-ben-Alsopharo Cordubensi*, qui sexto hegiræ sæculo maximè inclaruit.

== 960 Codex nitidè exaratus anno hegiræ 119, quo continetur tractatus de sphaerā, *Splendores signorum* inscriptus, in partes IV divisus, ac CLII propositiones complectens, auctore *Abi-Abdalla-Mohamad Abheri filio*, Persa qui supremum obuisse diem fertur anno hegiræ 673.

N^{os} 961 Codex nitidè exaratus anno hegiræ 636, quo continentur amplissimæ Tabulæ astronomicæ, quas quidam nomine *Musa-Gelin-Alitreu*, ex latino in arabicum sermonem convertit anno hegiræ 911, Christi 1505.

962 Codex exaratus anno hegiræ 834, complectens *Anonymi* tractatum de Elementis astronomicis, cui variorum notæ ad oras adscriptæ.

963 Codex eleganter exaratus, quo videlicet continentur :

1^o. Opus de quadrante astronomico, seu de quadrante parallelorum, in XX capita distributum, quorum in primis duobus occurrit spheræ descriptio, in reliquis de signorum ascensionibus, & elevatione ad temporum rationem & usum cognoscendum fusiùs differitur, auctore *Gemaleldino Mardinensi*.

2^o. Ejusdem tractatus, *Flos elegans* inscriptus, & in capita VIII distributum, ubi de signorum gradibus & temporum momentis.

3^o. Opus inscriptum *viatoris Commeatus*, ubi de sciothericis planis, rectis & obliquis ad annum solis cursum accommodatis tractatur. Hujus tractatûs auctor est *Scnehabeddinus-Abulabbas-Ahmad ben-Almodhi*, vir genere & doctrinâ clarus.

4^o. Doctoris *Mohamad-Sebth Mardinensis* Opusculum de quadrante astronomico, XX capitibus comprehensum, ubi multa de temporum cognitione perlegas.

5^o. Ejusdem de parallelis Tractatus.

6^o. Eiusdem Epitome de notis astronomicis, observationes astronomicas ad latitudinem pertinentes complectens.

964 Codex *Tuneti* exaratus anno hegiræ 821, Christi 1418, quo continentur :

1^o. *Mohamadis Sebth Mardinensis*, modò laudati, tractatus de temporum cognitione, astrolabio illiusque usu, cujus duplex occurrit exemplum.

2^o. Tractatus capitibus LX comprehensus, ubi de geometriâ, de astronomiâ, de dioptrometriâ & tetrametriâ differitur. Auctoris nomen prorsùs later.

965 Codex nitidè exaratus, quo continentur :

1^o. Doctoris *Mohamadis-Sebth Mardinensis* tractatus de horis astronomicis, titulo *Proportio sexagena*, alterum exemplar.

N^o

- 1^o. Ejusdem Opusculum de quadrante septentrionali.
- 3^o. Ejusdem tractatus de Parallelis, alterum exemplar.
- 4^o. Ejusdem de eodem argumento exemplar alterum.
- 5^o. Ejusdem Epithome, universalem de horis astronomicis doctrinam capitibus XXV complectens: exemplar alterum anno hegiræ 864 descriptum.

== 966 Codex nitidè exaratus, in quo nimirum habetur ejusdem *Sebeh Mardinensis* tractatus de horis astronomicis inveniendis, exaratus anno hegiræ 939, Christi 1532.

== 967 Codex litteris cuphiceis exaratus, quo continentur:

- 1^o. *Anonymi* tractatus de astrolabii septentrionalis usu, in XXVI capita distributus, cum figuris & tabulis, inscriptus *Mémoriale*.
- 2^o. *Thabeti* Opusculum de sectionibus conicis, ubi de figurâ, cui nomen *Secans*.
- 3^o. Tractatus mutilus de astrolabii descriptione & usu, auctore *Moslama-ben-Ahmad*, viro sanè clarissimq, Hispano, vulgò *Almageriti* dicto, cujus meminimus.

== 972 Codex nitidè exaratus anno hegiræ 736, Christi 1335; in quo scilicet occurrunt:

- 1^o. *Ahmedi-Hafcemita*, viri & astronomicâ scientiâ & natalibus clari, ortu Cordubensis, carmen de temporum cognitione, quod *Calendarium* jure dixeris.
- 2^o. Opus de astrolabii confectiione & usu, XXV capitibus comprehensum: auctore *Ali-ben-Isa Hispalensi*.

MANUSCRITS de la bibliotheque de Leyde, dont nous devons la notice à la complaisance & aux soins de M. Allaman, Professeur de physique expérimentale, & Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

MANUSCRIPTI LIBRI ARABICI ET ORIENTALES.

Ibn Ali, de Quadrante astronomico & ejus usu, cum figuris ejusdem tractatus de astrolabio.

De Astrolabio cum figuris.

Scherfuddin-Mudaffer Thusius, de conficiendo & adhibendo astrolabio cum figuris.

Abu-Nafir-ben-Zerir, de variis astrolabiis.

Birounius, de Astrolabiis cum figuris.

Muh-ben-Abulfath, de Constructione semi-circuli æquatoris.

Mardinensis, de Quadrante astronomico.

Tractatus de astrolabio : in fine est pagina de septem planetis.

Wasei, de Circulo æquatoris.

Ahmed-ben-Ibrahim Halebensis, de Astrolabio.

Giafer Sadixi Tabula ingressus anni, mensis & diei.

Tractatus de lunæ mansionibus, cum tabulis.

Ibrahim-ben-Muh Africani-Hispani, Tractatus de supputationibus temporum.

Est ferè calendarium.

Abul-Hasan-Ali-Ben-Schatir Damasceui Tabula & sphaera ad cognoscendas mansiones planetarum, & ad observandum ingressum anni arabici, cum explicatione; sive de apogeo, medio arcus & perigæo.

Megdxius, de circulis parallelis & usu quadrantis astronomi ad dignoscenda tempora.

Anonymi Tractatus de eclipsibus, successionem diei & noctis, fluxu & refluxu maris.

Mardinensis, de Quadrante perfecto.

Scheffuddin Medus, de Usu quadrantis ad inveniendos gradus altitudinis solis & aliarum stellarum.

Autolicus, de Ortus & Occasus syderum, ex græco sermone in arabicum versus, à *Costa-ben-Loma*.

Euclides, de Ortus syderum.

Kaschian-Ben-Luban-Ben-Baschedi-Gilai Tabulæ astronomicæ universales; cum canonum demonstrationibus.

Calendarium cum tabulis & earum explicationibus, ac doctrinâ principiorum astronomicorum, dedicatum Imperatori Turcico *Ahmed*, Visiro, Præsulibus, & toti exercitui, anno hegiræ 1023.

Hasan-Ben-Ali-Ben-Omar Marouensis universæ Astronomiæ tomus secundus, quo præsertim agitur de instrumentis astronomicis & eorum usu ad dignoscenda tempora.

Nazireddini Thufi Tabulæ astronomicæ, inscriptæ *Ilchana* Tartarum Regi; cum explicatione persicâ

Ali-Cusensis Epitome tabularum astronomicarum quæ *Ulugbegicæ* vulgò vocantur, cum expeditâ astronomiæ tractatione.

Abu-Nafir-Semoul-Ben-Jahia Africani Tractatus astronomicus, ad emendandos errores qui in illâ scientiâ, præsertim praxi ejus, sive temporum commensuratione

commensuratione, admittuntur, cum figuris, adduntur etiam quædam chronologica.

Tractatus de Eclipsibus solaribus, perficè.

Ahmed-Ben-Omar Suphici Gnomonica, sive de horologiis solaribus conficiendis juxta principia astronomica, cum tabulis & figuris.

Ulugbegi nepotis Timour, vulgè *Tamerlani*, Tabula astronomica exactissimæ, perficè.

Jahia-Ben-Muhammed Africanus-Hispanus, de Planetis, eorum motu & situ, juxta novas observationes, cum figuris & tabulis.

Abul-Hasan-Ben-Ibrahim, dictus *Ibn-Schau*, Præceptor *Amir* *Damasceni* *Umimix*, de Quadrante perfecto, ejusque usus, cum figuris & tabulis.

Ahmed-Ben-Megzdi, de eodem argumento.

Schemschidii Scala cœli, sive de distantia & magnitudine corporum cœlestium, cum tabulis & figuris.

Ibn-Junus *Egyptii* Tabula astronomica, geographica & chronologica, cum historia observationum & motuum cœlestium supputandorum ratione, inscriptæ *Hakimo*, Regi *Egypti*.

Bunergemher Persæ antiqui Quæstiones astronomicae: Ventilatio quæstionum astronomicae de centro circumvolutionis lunæ.

Tabula astronomica motuum cœlestium elegantissima.

Abu-Muh-Gharikai-Marouzi Systema doctrinae astronomicae.

Scheig-Gelii Synopsis ex tractatu *Giorgianensi* de orbe æquante, necnon de obliquitate & reflexione epiciclorum.

Anonymus, de Motu obliquo, orbe æquante & qualitate declinationis stellarum perficè.

Diargba, de Mercurii abside imâ & summa.

Abu-Nafir-Ahmed-Ben-Muh Compendium facillimum de erigendis cœli thematibus, astrolabio, perficè.

Epitome de corporum cœlestium distantis.

De computo.

Ptolamei Hypotheses & planetarum theoria, ex versione *Thebith-Ben-Korah*.

Ptolamei Almagestum translatum à græco jussu Imperatoris *Mamounii*, cum figuris.

Abu-Ali-Husein-Ben-Husein-Ben-Heiteim Responsio ad quæstionem, an via lactea sit in regione aeris, an ipsius cœli.

Fragmentum tractatus astronomici, cum figuris.

Compendium astronomicae, cum figuris & marginibus.

Cois Schiraxensis Dominus regium, sive Synopsis universæ astronomiæ, cum fig.
Nidammudini Commentarium ad compendium astronomicum *Nasireddini*
Thufi

Ab. Ben-Ibrahim Ben-Muht. Ben-Schafir, præconis Templi Damasceni
 Ummiæ dicti Theoria astronomiæ, præsertim orbium celestium.

Eiusdem Tabulæ astronomicæ elegantes, cum doctrinâ ejusdem artis.

Kadizade Commentarium ad elementa astronomica *Muhammedis Ben-*
Kurbuddi

Mausa-Fasih Commentarium ad tractatum astronomicum.

Ibn-Omar Giorgiani quædam Astronomica, cum scholiis.

Schiraxensis Astronomia, cum figuris.

Giorgianensis & Melaxade Commentaria in astronomicum *Giagmini*, cum
 figuris, scripturâ arabicâ.

Muh-Ben-Omar astronomi Trebizensis Astronomia & Tabulæ astronomicæ,
 præsertim ex arabico tractata *Abu-Giafir-Ben-Hijas*.

Muh-Ben-Muinuddin-Muh-Haschemensis Astronomia cum tabulis, jussu Regis
 Arabiæ felicis.

Giorgianensis Commentarium in astronomiam *Feid-Ben-Huhab*, cum figuris.
 Fragmentum astronomicum.

Seid-Scherif Commentarium in astronomiam *Thufi*, cum figuris.

De planetarum Conjunctionibus, cum figuris.

Manfear, Tractatus astronomicus, cum figuris.

Ibn-Adebi Poemata de rebus astronomicis.

Ibn-Adebi Utilitas practica materialis in figuris litterarum astronomicarum.

Abu-Nassir-Muhammed-Ben-Targhan Farabii Questiones astronomicæ.

Muh-Ben-Muh Thufi Compendium astronomiæ, quod contraxit *Muh-Sakr*
 præsertim, præp. figuris.

Idem Compendium. In fine est carmen de eadem materiâ.

Abu-Ishak-Ibrahim-Ben-Jahia-Nacisch, dicti *Ibn-Bartol* Astronomia.

Tractatus astronomicus de cognoscendis latitudinibus.

Astronomia, præsertim ad demonstrationem spheræ, præsertim.

Mausa-Fasih Glossa in Commentarium *Nidammudini* ad tractatum astrono-
 micum de computo astronomico, præsertim.

Tractatus de re astronomica.

Alius de eadem materiâ.

Tractatus astronomicus, cum tabulis ex variis auctoribus, qui hic memo-
 rantur, collectus, præsertim.

ECLAIRCISSEMENTS.

87

~~Aliae Tractatus astronomicus ex aliis collectus, & novum planetarum in~~
variis linguis.

Alfergani Astronomia versa in linguam hebraicam ab *Abul Ghain* scrib. *Rab*
Anonymi Commentarium in *Thusi* astronomiam.

Idem, vel similis Commentarius ejusdem libri *Thusi*, persicè.

Sipahi-Zade Tabulæ elegantissimæ, chronologicæ ~~Ætatum~~, *Ætatum*, *Adami*, prophetarum, Regum, &c. Item Tabulæ astronomicæ, Astrologicæ, geographicæ & magicæ.

De Anno coptico, cujus usus adhuc est in Metropoli *Ægypti* supputationes
astronomicæ, & chronologicæ temporum & festorum, cum multis
exactis tabulis.

Miscellanea arabicæ & turcicæ, inter quæ sphaera astronomica ad indicandum
tempora, cum explicatione turcicâ, persicâ & arabicâ.

Ali-Couschgii Astronomia.

Astronomia & geometria, cum figuris.

Tabulæ astronomicæ cum tractatu arithmetico, hebraicè.

MANUSCRITS orientaux tirés de la bibliothèque impériale & royale de Vienne

On n'a point marqué dans la notice qui nous a été communiquée si ces manuscrits étoient en langue orientale, ou s'ils étoient traduits.

Messahalach Opusculum de compositione & usu Astrolabii.

Prophacii, medici Judei Tractatus de usu quadrantis.

Thebiti-Ben-Corah Opusculum de imaginatione sphaeræ coelestis & circulorum
ejus.

Ejusdem liber de Quadrantibus stellarum fixarum & planetarum.

Ejusdem libellus de Motu octavar sphaeræ.



PPPPH

ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE SEPTIÈME,

De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.

§. PREMIER.

Nous avons dit que l'Europe avoit été long-tems barbare, & nous pensons qu'elle l'étoit encore au tems de César; les Commentaires de ce grand homme ne contiennent rien de contraire à cette assertion. On voit que la Gaule étoit habitée par un grand nombre de petits peuples; ce qui prouve qu'ils n'étoient pas assez anciens pour avoir eu le tems de se dévorer les uns les autres. Suivant l'idée qu'on peut prendre du pays dans les descriptions, il étoit froid; l'olivier & le figuier croissoient seulement dans la Provence; au-delà des Cevenes, vers le nord, le raisin ne parvenoit pas à sa maturité: *quod si proficiaris ad arctos, montemque Cevenum, oliveta scique deficiunt: ulterius vero progrediens, non facile vitem, uvas ad maturitatem conficere perspicias* (a). On peut croire que ce froid contraire à la vigne, venoit de la quantité de bois & de Marais: *nulla ipsius pars inculta jacet, excepto duntaxat si quid paludes ac sylva coli prohibeant* (b). Lorsque Strabon parle des mœurs des Gaulois, de leurs habitations, il n'annonce pas des peuples bien policés; encore faut-il observer que la Gaule avoit gagné depuis César jusqu'à Strabon. Leurs maisons étoient construites avec des claies & des planches, on des madriers: *domicilia & plateis & cratibus ad resudinem habent, & quidem permagna, multis impositis lacunaribus* (c). Il

(a) Strabon, Descriptio Gallix, L. IV,
page 124.

(b) Ibid.

(c) Ibid. p. 137.

ne paroît pas qu'ils eussent l'art de la guerre, ils n'avoient pour défense que leur courage. La consécration des bois par les Druides, est encore une preuve que ces nations étoient nouvelles. Des peuples sortis récemment de la barbarie & nouveaux pour la société, s'assembloient dans les champs, sur les montagnes & dans les bois; les peuples civilisés ont des maisons pour habiter, & de grands temples pour honorer l'être suprême. Quand la divinité n'a point d'asile clos & fermé, c'est que les hommes n'ont pas encore su se loger eux-mêmes. Des temples magnifiques ont existé de tous les tems dans l'Asie; c'est le titre de l'ancienneté des races & les monumens d'une longue société. Les Gaulois, qui n'avoient point fait de pareils établissemens, n'étoient donc pas du même âge. En montrant que la société étoit peu avancée dans les Gaules, c'est prouver que les sciences ne l'étoient pas; car il n'y a point de sciences sans société, & leurs progrès correspondent à ceux de la civilisation. Les vers chantés par les Druides ne forment aucune preuve en leur faveur, 1°. parce que nous n'avons point ces vers: 2°. parce que dans un tems d'ignorance ces vers paroissent contenir des choses fort savantes, dont nous ferions aujourd'hui peu de cas. Jadis les vers d'Hésiode étoient sans doute chantés; si nous ne les avons pas, on pourroit les regarder comme très-savans. On voit en les lisant, qu'ils ne renferment que l'astronomie des agriculteurs; c'est-à-dire, celle que nos paysans tiennent encore des instructions de leurs peres, & de leur expérience: 3°. enfin parce que si ces vers contenoient quelque connoissance estimable, quelque grande vérité, on doit croire que ces vérités étoient étrangères & avoient été traduites dans la langue des Celtes, comme dans l'enfance de la Grece Orphée avoit mis en beaux vers, dont la renommée a passé jusqu'à nous, les principes & les résultats de la philosophie orientale.

§. I I.

Nous avons regardé comme certain que les Celtes sont descendus primitivement des Scythes; nous avons dit qu'on n'en doutoit pas: nous avons pour garant M. l'abbé Banier, & plusieurs autres savans qui ont étudié l'antiquité des peuples; d'ailleurs les ravages que les peuples du nord ont faits si fréquemment en Europe, ont prouvé qu'ils n'ignoroient pas le chemin de leurs contrées froides à des contrées plus heureuses. Ce n'est pas qu'on ne trouve des auteurs qui ont soutenu une thèse contraire. Dans le siècle dernier, en 1676, Audigier dédia à Louis XIV un ouvrage sur l'origine des François, dans lequel il s'efforça de montrer que les anciens Gaulois étoient

la souche de presque tous les peuples. La plupart des barbares qui ont dévasté & conquis l'Europe, étoient originaires de la Gaule. Les Vandales (a) sont sortis de Provence & du Dauphiné, & ils sont montés jusques dans le Dannemarck (b), pour retomber ensuite sur la Germanie, l'Espagne, la Gaule & l'Afrique. Les Anglois (c) sont sortis d'Anjou, les Allemands (d) de la Limagne d'Auvergne; le Berry (e) a produit les Bourguignons, & comme l'auteur fait voyager tous ces peuples avec beaucoup de facilité, ils sont passés en Dannemarck, puis en Germanie, & se sont enfin fixés dans la Gaule (f), sur les bords de la Saône & de la Seine. Mais jamais peuple n'a tant changé de logis & d'habitation que les François; ils sont sortis du Roussillon (g), ils ont habité la Vandalie, la Scandie, la Hollande, la Scythie, la Pannonie, les bords de la mer Baltique, ceux du Rhin, enfin la Gaule (h). Les Goths sont sortis du Gévandun (i); les Lombards du pays de Langres (k); les Huns, issus des Bourguignons, ont passé en Allemagne, en Scandie, en Scythie, en Pannonie, en Turquie & en Perse (l); c'est pourquoi les Turcs & les François sont parens assez proches (m). Enfin la Gaule est la première région de l'Europe habitée après le déluge (n); elle a peuplé la Scythie, la Turquie & la Perse. Jamais nation n'a laissé plus de descendans, & n'a couvert de ses enfans une plus grande partie du globe. L'auteur ajoute à cette gloire celle des sciences, en assurant que *c'est de la Gaule que les plus rares secrets de doctrine & de religion ont passé chez les nations mêmes les plus polies & les plus éclairées, telles que la greque & la Romaine, & que les Gaulois se sont acquis par là le titre d'anciens, privativement à tous les autres peuples d'occident* (o). On a toujours cru que les Grecs tenoient des Phéniciens les caractères de l'écriture; mais les Phéniciens les tenoient des Galates ou des Gaulois (p). Il est assez singulier que les Phéniciens, qui conservoient des traditions très-antiques, qui avoient un temple dédié au soleil 2300 ans avant notre ère, ayent appris à écrire des Gaulois, qui n'étoient presque point connus en Europe 400 ans avant la

(a) Audigier, Origine des François, T. I, p. 38 & 80.

(b) L'auteur dit dans la Scandie : c'étoit une île de la mer Baltique. On est incertain si ce n'est pas une partie du Dannemarck.

(c) Ibid. p. 30 & 73.

(d) Ibid. p. 332.

(e) Ibid. p. 26.

(f) Ibid. p. 65.

(g) Ibid. p. 41.

(h) Ibid. 29, 110, 124, 134, 139, 152, 173.

(i) Ibid. p. 23.

(k) Ibid. p. 31.

(l) Ibid. p. 67.

(m) Ibid. p. 68.

(n) Ibid. p. 215.

(o) Ibid. p. 216.

(p) Ibid. p. 219.

même époque, qui chantoient des vers qu'ils n'écrivoient pas, qui n'avoient point la mémoire de tems fort anciens, & qui, dans des tems postérieurs, n'auroient peut-être pas su que leurs ancêtres avoient assiégé le Capitole, & que les Romains ne le leur avoient appris. Il est clair que les inventions s'étendent par plus de perfection & d'usage dans le pays où elles sont nées, comme les plantes sont plus vigoureuses & plus fortes dans le sol où elles sont indigènes. Si les Gaulois, dans des tems très-reculés, avoient été les inventeurs des lettres, César auroit trouvé chez leurs descendans des archives, des mémoires écrits, des historiens; mais nos ancêtres n'ont point de Sanchoniaton à opposer aux Phéniciens. Il faudroit du moins convenir que si cette invention appartient aux Gaulois, elle leur a été suggérée par la nécessité d'un langage, mais qu'ayant une fois satisfait à ce premier besoin de toute société naissante, la société ne s'étant point perfectionnée, le langage est resté barbare. Alors il faut accorder une grande supériorité aux Phéniciens qui l'ont perfectionné: il faut croire que les colonies entraînoient hors du pays tous ceux des Gaulois qui avoient quelque esprit & quelque talent; il ne restoit que la partie la plus grossière de la nation: alors tout ce que les Gaulois ou leurs colonies ont fait de glorieux & d'utile, ils l'ont fait hors de chez eux. Aujourd'hui, & depuis plus d'un siècle, que les sciences sont cultivées en France avec éclat, on ne dira point que la constitution de l'air & du sol est contraire au progrès de l'esprit humain. Mais ce qui décide entièrement la question, ce qui prouve que l'Europe & surtout la Gaule n'a point eu d'astronomes avant les Grecs, c'est un passage de Pline que nous allons citer: *Africam, Hispanias, Gallias sileri non erit mirum: nemo enim observavit in iis qui siderum proderit exortus* (a). Pouvons-nous en savoir plus que Pline qui étoit beaucoup plus près que nous des tems dont nous parlons, qui étoit très-instruit, & qui devoit connoître les Gaulois mieux que nous ne le pouvons faire aujourd'hui?

§. III.

Nous remarquerons une analogie singulière, qui n'offre pas les mêmes difficultés. On fait que la plupart des langues different les unes des autres par leur alphabet, c'est-à-dire, par la quantité des sons, & par le nombre des caractères qui les expriment. Les lettres apportées dans la Grèce par Cadmus, étoient au nombre de 16 (b); la langue runique, qui est l'ancienne

(a) Pline *Lib. XVIII, c. 25.*(b) *Ibid. Lib. VII, c. 36.*

langue de la Suede , n'a également que 16 caractères. Cette conformité est singulière ; elle est appuyée sur les nouvelles recherches de M. Idman : il a trouvé des rapports frappans entre le finois , qui est , dit-on , l'ancienne langue des Scythes dans sa pureté primitive , avec la langue grecque. La ressemblance des langues & celle des alphabets prouve une identité d'origine. M. Idman , par son savant travail , découvre des ressemblances dans les mœurs , dans les usages & dans la mythologie des deux nations Grecque & Finoise (a). Il pense qu'il s'est fait une émigration des Scythes vers le nord de l'Europe ; d'autres savans ont prouvé que leurs colonies avoient peuplé la Celtique , & nous avons essayé de prouver nous-mêmes que des jets de population partis de la Scythie , ou de la Tartarie , comme d'un centre , avoient jadis peuplé la Chine , l'Inde , la Perse & les plus belles contrées de l'Asie. Toutes ces ressemblances acquièrent beaucoup de force quand elles sont jointes aux monumens que l'astronomie a conservés pour nous éclairer sur l'histoire des hommes & sur la marche de la population. On dit cependant que les Gaulois ont eu à se plaindre de nous : ils ont trouvé un avocat qui nous a attaqués avec autant d'aménité que de politesse : nous ne les avons point flattés , ils auroient pu trouver un défenseur moins obligeant pour nous. Nous ne pouvons cependant nous ranger à l'avis de M. l'abbé Beaudeau ; mais nous n'opposons à son ouvrage ingénieux que ce qui a été dit dans le texte de cette histoire , & les nombreux monumens que l'astronomie ancienne a laissés dans l'Asie , tandis que la Gaule , dans un état de pauvreté à cet égard , n'a pas un résultat conservé , pas une période établie dont la science puisse se ressouvenir & s'honorer.

§. I V.

Pour ne rien omettre des témoignages en faveur des Gaulois , nous dirons que suivant Strabon , ils avoient une espece de philosophie , & se livroient à l'étude de la nature (b). Pomponius Mela , géographe Espagnol du premier siècle de l'ère chrétienne , dit comme César : *habent Galli & sciunt suam , magistrosque sapientia Druidas ; hi terra mundique magnitudinem & formam , motus cæli ac sydera , & quid Dii velint , scire profitentur* (c). Ces témoignages , ainsi que ceux de César sont honorables pour

(a) Recherches sur l'ancien peuple Finois par M. Nils Idman , ouvrage traduit en François par M. Genet le fils , déjà connu

par la traduction de l'histoire d'Eric. XIV.

(b) *Geogr. Lib. IV, p. 136.*

(c) *De situ orbis , Lib. III , c. 2.*

les Gaulois , mais ils sont trop vagues pour rien prouver ; nous préférons une période des mouvemens combinés du soleil & de la lune , elle nous apprendroit bien mieux l'état de leurs connoissances. Scaliger nous l'offre cette période (a) ; c'est un cycle de trente années lunaires. Mais nous observerons d'abord que l'année lunaire n'a jamais appartenu qu'à des peuples ignorans ; dès qu'ils se sont civilisés , instruits , ils ont adopté l'année solaire , qui seule influe sur l'agriculture , & qui seule ramene dans son cours les époques que les hommes ont le plus d'intérêt de connoître , c'est-à-dire , les tems des semailles & des moissons. Nous observerons encore que ce cycle n'en est point un : trente années lunaires , chacune de $354^{\text{h}} 48' 36''$ font $10631^{\text{h}} 0^{\text{h}} 18'$, égales à 29 années solaires de $365\frac{1}{4}$, plus $38^{\text{h}} 18'$ environ ; il faut donc croire qu'au bout de trente années lunaires , les Gaulois retranchoient un mois de 29 jours & demi pour se rapprocher du soleil , dont ils s'écartoient cependant encore de plus de neuf jours. On voit que la période de trente ans , considérée ainsi , n'a aucune exactitude : il y a moyen de donner à ce cycle plus de précision , c'est de supposer qu'ils n'ont fait aucune attention au cours du soleil , & qu'ils n'ont voulu régler que le cours de la lune. Supposons que leurs mois fussent de 29 jours & demi , c'est-à-dire , alternativement de 29 & de 30 jours , l'année lunaire de douze mois résulte de 354 jours , plus courte que la véritable de $8^{\text{h}} 48' 36''$. Cette différence accumulée pendant trente ans produit $111^{\text{h}} 0^{\text{h}} 18'$. Les anciens Arabes (b) l'avoient remarqué ; & ces peuples , quoique peu instruits de l'astronomie , ajoutoient tous les trente ans ces onze jours. Il ne faut pas beaucoup de science , l'année ayant été réglée comme nous venons de l'exposer , pour s'appercevoir que les nouvelles & les pleines lunes observées constamment , à cause des fêtes qui y furent attachées par les peuples les plus grossiers , retardoient tous les ans , & enfin , après un intervalle de trente ans , retardoient d'environ onze jours. Ce point de vue , le plus favorable pour les Gaulois , prouve 1°. qu'ils n'étoient pas plus avancés que les anciens Arabes qui ont précédé Mahomet : 2°. qu'ils ne connoissoient point , ou qu'ils connoissoient mal la révolution du soleil ; & comme cette connoissance est la première de toutes , celle qui est indispensablement nécessaire pour parvenir à toutes les autres , il s'ensuit évidemment qu'ils n'avoient aucune astronomie.

(a) *De emend. temp.* Lib. II, p. 164.

(b) *Suprà* , p. 216.

§. V.

Nous n'avons rien trouvé en Europe, qui mérite d'être remarqué, jusqu'au regne de Charlemagne : il aima particulièrement l'astronomie ; Alcuin, célèbre alors, fut un de ses instituteurs (a).

Bede le vénérable, qui dûit ce surnom à la modestie & à la fainteté de sa vie, fut le maître d'Alcuin ; il étoit Anglois, on le regardoit comme une encyclopédie vivante. Les savans disoient que né dans un coin du monde, il embrassoit l'univers par son génie. Cependant le savoir astronomique de Bede se réduit à peu de chose ; la connoissance des lunes intercalaires du cycle de dix-neuf ans, celle des cercles de la sphere, des signes célestes, des planetes, voilà tout. Il perfectionna le cycle de Denis, & facilita la recherche de la fête de pâques (b). Il mourut à 106 ans, l'an 776 (c).

Alcuin, son disciple, est l'auteur de l'institution des académies, ou du moins des Universités, qui furent les premières académies ; il en donna l'idée & le plan à Charlemagne, qui en établit deux, l'une à Paris, l'autre à Pavie (d) : celle de Paris étoit composée des plus beaux génies de la Cour, au nombre desquels étoit l'Empereur lui-même. Dans les conférences académiques chacun devoit rendre compte des anciens auteurs qu'il avoit lus. Cette maniere de cultiver les sciences, qui n'est qu'érudition dans leur renouvellement, en rend les premiers progrès très-lents. Comme il y a plus de petits esprits que d'esprits supérieurs, les recherches sont minutieuses, les petits talens & les grands sont presque de niveau, & la foule des savans médiocres étouffe le génie. Mais deux nations peuvent se glorifier du service rendu aux sciences par l'établissement de ces académies, l'invention appartient à un Anglois, & l'institution à un Roi de France.

§. VI.

Sous le regne de Louis I, ou le Debonnaire vécut un astronôme dont le nom ne nous est pas parvenu ; il fut l'historien des vies de Pepin, de Charlemagne & de Louis I. Il a recueilli les observations de plusieurs éclipses de soleil, de lune, & de quelques autres phénomènes célestes : il parle d'une occultation de Jupiter par la Lune, observée l'an 807. Mais ce qui est plus singulier, c'est ce qu'il rapporte de Mercure, qui fut vu pendant huit jours sur le Soleil, dans la partie supérieure du disque, & sous la forme d'une

(a) Eginhart, c. 25.

(b) *Opera Bedæ.*

(c) Riccioli, *Almag.* T. I, p. XXXI.

(d) *Conring, antiq. Acad. Dissert.*

petite tache noire ; les nuages, ajoute-t-il , empêcherent d'observer son entrée & sa sortie (a). Kepler ne doute point de la vérité de cette observation , pourvu qu'on lise huit fois au lieu de huit jours , & l'an 808 au lieu de l'an 807 (b) ; mais que signifioient ces huit apparitions de Mercure sur le disque du Soleil ? Si c'étoit-là ce que l'auteur a voulu dire , il auroit marqué les années. Ces huit passages exigent un intervalle de 70 ou 80 ans (c). Il est bien plus naturel de croire , ou que le fait est apocriphe , ou que c'est quelque grosse tache , qui a été apperçue sur le Soleil à la vue simple. L'intervalle de huit jours n'est pas celui d'une demi-révolution du Soleil sur lui-même.

§. VII.

On trouve vers la fin du dixieme siecle , *Gerbert* , moine de l'abbaye de Fleuri en Gascogne , archevêque de Reims , & depuis Pape , sous le nom de Silvestre II. Il est célèbre pour ses connoissances astronomiques ; il avoit construit un globe céleste : mais ce qui lui fait le plus d'honneur , c'est l'horloge que nous avons déjà citée (d) , & qu'il fit exécuter à Magdebourg. On dit que cette horloge marquoit l'heure par les étoiles. Il se servit d'un tube pour l'orienter , au moyen de l'étoile polaire. Ce tube mobile , dirigé à certaines étoiles , seroit peut-être à indiquer l'heure de la nuit. Ces inventions & son génie supérieur à un siecle où tout étoit ignorance , le firent passer pour magicien (e) , quoiqu'il ait été Pape. Naudé l'a vengé & lavé de ce soupçon (f).

M. Weidler cite comme astronomes , dans l'onzieme siecle , plusieurs personnages qui ne l'ont guères mérité , comme *Abbon* , abbé de Fleuri , auteur de deux ouvrages , l'un sur la pâque , l'autre sur le mouvement des étoiles , qui n'ont jamais vu le jour. *Pfellus* est le dernier qui ait écrit en grec sur l'astronomie , mais ce *Pfellus* , *Herman-Contractus* , *Sigebert* de Brabant , *Athelard* , Anglois , *Robert de Lincoln* , & *Guillaume* , abbé de St. Jacques de Wurzburg , furent des auteurs d'élémens , qui ont récrit ce qu'on avoit écrit bien des fois avant eux. Ce dernier enseigna que les comètes sont des feux qui s'allument par la volonté de Dieu , pour être les présages des événemens (g) : il étoit superstitieux , & non pas astronôme.

(a) *Annales Reg. Franc. Pep. Car. Lud.*
ad ann. 807 , 810 & 842.

(b) Kepler , *Astr. opt.* C. VIII , p. 306.

(c) *Transf. phil.* abrégé , T. I , p. 427.

(d) *Suprà* , p. 322.

(e) Weidler , p. 274.

(f) *Apologie des grands hommes* , c. 19.

(g) Weidler , p. 273 , 276.

Le livre de Pfellus sur les quatre sciences, arithmétique, musique, géométrie & astronomie, a été imprimé à Basse en 1556.

Luc Gauric a fait imprimer en 1531 l'abrégé de la sphere de Robert de Lincoln.

Jean de Seville, vers 1142, traduisit les élémens d'astronomie d'Alfergan & qui furent imprimés à Ferrare en 1493.

Clément Laugtoniensis, Anglois, écrivit vers 1170 sur les orbes célestes.

Jordanus Nemorarius, vers 1200, donna l'explication de l'astrolabe & du planisphere, qui a été publié à Basse avec le Commentaire de Théon sur Aratus.

§. VIII.

Le traité de la sphere de *Jean de Sacrobosco*, qui eut long-tems la plus grande réputation, n'étoit qu'un abrégé de l'Almageste, & des élémens d'Alfergan. L'auteur étoit Anglois, né à Halifax; il fit ses études à Oxford, & enseigna à Paris la philosophie & les mathématiques. Malgré la réputation de ce livre, François Baroccus y a relevé, dit-on; quatre-vingt-quatre erreurs (a); mais le nombre & l'espece de ces erreurs étoient sans doute peu de chose pour ce siecle, qui ne savoit pas les distinguer, & ne font rien pour le nôtre, où les hypothèses expliquées dans ce livre sont détruites, & le livre lui-même oublié. Jean de Sacrobosco a fait quelques autres ouvrages sur le calendrier & le comput ecclésiastique, qui étoit l'objet des travaux de tous les astronomes: il mourut en 1246.

L'Empereur Frédéric II étoit en Allemagne le protecteur des Beaux-arts. Il rétablit l'université de Naples, & réforma celles de Bologne & de Salerne. Il fit traduire beaucoup d'anciens auteurs, & particulièrement l'Almageste, qui fut traduit en latin sur la version arabe. Les véritables élémens de l'astronomie passerent de l'Egypte & de l'Asie en Europe. Ce fut le fruit ou le dédommagement de l'invasion des Arabes. L'Empereur ne se borna pas à ces encouragemens, il s'appliqua lui-même à l'astronomie, & voulant faire connoître à l'abbé de Saint-Gal ce qu'il avoit de plus cher, il lui montra son fils Conrad, encore enfant, & un globe céleste magnifique dont le ciel étoit d'or, & les étoiles marquées par des pierres précieuses (b).

§. IX.

VERS 1270 florissoit Vitellion; il nous a donné un traité d'optique en

(a) Riccioli, Almag. T. I, p. XXXIX.

(b) Weidler, p. 277.

dix livres, qui est le développement & le commentaire de celui d'Alhazen. Il s'est particulièrement appliqué à établir la théorie & l'effet de la réfraction ; & quoiqu'il n'ait pas toujours saisi la vérité, on ne peut lui refuser une connoissance assez exacte de ce phénomène ; ses ouvrages ont été recueillis & publiés à Basse à la suite de ceux d'Alhazen, par Frédéric Risner en 1572.

Guido Bonatus, né dans le Frioul, écrivit deux traités ou chapitres sur l'astronomie ; il a fait aussi des Théoriques des planetes, mais sa plume étoit consacrée à l'astrologie ; ses traités sont pleins de regles pour les prédictions & de semblables puérités. C'est un recueil de tout ce que les Arabes ont fait en ce genre. Il vivoit en 1284 (a).

Henri Baten de Malines fit une critique des Tables d'Alphonse. On dit qu'il étoit observateur. Bouillaud le place en 1530 (b).

Pierre d'Appone fut un homme très-savant & très-célebre dans son siècle. Il étoit médecin & philosophe ; il a écrit sur l'astrolabe plan ou sur le planisphere. Il fut accusé de magie & brûlé comme tel, mais en effigie & après sa mort. La ville de Padoue, où il a professé la médecine, lui a dressé depuis une statue sur la porte de l'hôtel de ville ; ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est d'avoir été cité avec éloge par Regiomontanus, dans le discours qu'il prononça à Padoue, avant d'expliquer le livre d'Alfergan (c). Il est mort en 1316 (d).

Chicus d'Ascoli, qui enseigna l'astronomie à Bologne, a fait un commentaire sur le traité de la sphere de Sacrobosco, imprimé en 1485. Naudé (e) dit que cet ouvrage prouve que non seulement il étoit superstitieux, mais qu'il avoit la tête fort mal timbrée. Il fut brûlé à Florence en 1328 (f) pour cette magie que la barbarie se plaisoit à trouver, ou plutôt à supposer dans les hommes qui avoient quelque célébrité. On a dit en effet que c'étoit un crime de l'envie ; mais Naudé, en le justifiant de l'accusation, semble croire qu'il n'étoit pas grand forcier.

§. X.

BARLAAM, moine de Calabre, a écrit sur l'arithmétique sexagénaire. Dasipodius en a donné une édition à Strasbourg en 1582.

(a) Weidler, p. 283.

(b) *Idem*, p. 224.

(c) Naudé, Apologie, p. 273.

(d) Weidler, p. 284.

(e) Naudé, p. 242.

(f) Riccioli, Almag. T. I, p. XXXII.

Ruper Holkotth, moine Anglois, a écrit sur le mouvement des étoiles & sur leurs influences.

Gerard de Crémone, médecin & mathématicien, est connu pour avoir traduit l'*Almageste* de Ptolémée & le traité des crépuscules d'*Alhazen* (a). On ajoute qu'il fit une théorie des planetes dont *Regiomontanus* fit peu de cas (b).

George Chrisococca, vers 1346, traduisit en grec à Constantinople les livres astronomiques des Perles : nous en avons parlé (c). Ces tables existent en manuscrit dans la bibliothèque du Roi à Paris. *Chrisococca* a laissé un autre ouvrage intitulé *de inveniendis syxigiis luna solaribus per singulos anni menses*, qui est aussi manuscrit à la bibliothèque du Roi. La préface des Tables persannes, avec un extrait de ces Tables ont été imprimés dans l'*Astronomie philolaïque* de Bouillaud.

Nicephore Gregoras, vers 1350, a donné un traité de l'astrolabe plan, que *Georges Valla* a fait imprimer à Venise en 1498.

Nicolas Cabasilas, archevêque de Theffalonique, fut un commentateur de Ptolémée. Le commentaire du troisième livre a été imprimé à Bâle en 1550.

On cite encore *Guillaume Grifauntus* & *Nicolas de Linna*, Anglois, qui furent des astologues ; ils mêloient bien quelques notices d'astronomie dans leurs écrits, mais elles ne valent pas la peine qu'on en parle : c'étoient des préliminaires sur lesquels ils appuyoient leurs rêveries (d).

Marc Benevent, en 1306, voulut renouveler l'opinion de Thebit sur le mouvement oscillatoire de la sphere des étoiles. Il prétendit éclaircir par un commentaire cette hypothèse d'abord omise dans les Tables alphonfines. On l'accusa d'avoir mal entendu cette hypothèse même, & de s'être trompé ; mais que nous importent les erreurs commises en défendant une erreur.

En 1331 *Jean de Saxe* étoit célèbre ; il a écrit sur les regles des Tables alphonfines & sur le calcul des éclipses, mais infecté de l'erreur commune à tous ces siècles, il a fait un Commentaire sur l'introduction d'*Alchabitius* à l'astrologie (e).

§. XI.

On peut citer avec plus de distinction *Jean de Ligner*. *Vendelinus* veut

(a) Weidler, p. 285.

(b) Riccioli *Almag.* Tom. I, pag. XXXY.

(c) *Suprà*, p. 251.

(d) Weidler, p. 288.

(e) *Idem.* p. 289.

qu'il soit François, Riccioli le fait Allemand : il ne s'étoit pas proposé seulement de connoître ce qui avoit été fait avant lui, il sentoît que l'astronomie pouvoit faire des progrès, & ce fut le but de ses travaux ; il a fait des observations, citées dans une lettre de Vendelinus à Gassendi (a). On voit quarante-huit étoiles dont les positions ont été observées par lui en 1364. Il a écrit sur le calendrier & sur la sphere. Ces ouvrages, & sur-tout ces observations, prouvent que dans un meilleur tems Ligner auroit rendu des services plus considérables à la science.

Le moine *Isaac Argyre*, instruit dans le calcul astronomique (b), vécut vers 1360 : il a fait un traité sur les cycles solaires & lunaires, & sur la méthode de déterminer le tems de la fête de pâque, que le P. Petau a inféré dans son *Uranologion*. Il y a des choses peu exactes dans ce traité ; nous n'en citerons qu'une de celles qui ont été relevées par le P. Petau. Argyre s'étoit apperçu que les épâctes n'étoient plus telles qu'elles avoient été réglées par le concyle de Nicée, & qu'il falloit ajouter trois jours à ces épâctes. Ces trois jours résultent d'une imperfection de la période de Calippe, qui au bout de trois cent quatre ans donne un jour d'erreur. Hypparque l'avoit remarqué (c) ; Argyre ne l'ignoroit pas (d). Cependant le moine au lieu de fonder l'addition de ces trois jours sur cette cause naturelle & vraie, en va chercher la raison dans le moment de la création de la lune, qui fut le quatrième jour du monde. Le P. Petau se moque avec justice de cette raison (e). Il doute si elle vient d'ignorance ou de mauvaise foi. Il est certain que si ces trois jours avoient été ajoutés par les raisons que donne Argyre, ils auroient dû l'être dans tous les tems. Le P. Petau pense qu'il a pu avoir des motifs de prudence pour ne pas paroître en savoir plus que ceux qui l'avoient précédé ; mais dans ces siècles à demi-barbares, ce n'est point une chose rare de voir, si on peut s'exprimer ainsi, l'ignorance alliée au savoir, & la stupidité amasser des connoissances d'où elle tire des conséquences absurdes.

Argyre a fait encore quelques autres ouvrages, mais qui ne sont pas imprimés, sur les conjonctions & les oppositions du soleil & de la lune, sur l'astrolabe, & sur la manière de ramener les dates de l'*Almageste* de Ptolémée, données en années égyptiennes, & pour le méridien d'Alexandrie aux années romaines & au méridien de Constantinople (f).

(a) *Gassendi Opera*, T. VI, p. 512.

(b) *In Uranologion* p. 316.

(c) *Suprà*, p. 469.

(d) *In Uranologion*, p. 379.

(e) *Dissert. ad Uranol.* p. 317.

(f) *Weidler*, p. 290.

§. XII.

Le quatorzième siècle finit par *Henri de Hesse & Jacques de Dondis*, dont les noms eurent quelque célébrité parmi les savans. Henri de Hesse est auteur des théories des planètes & de quelques autres ouvrages astronomiques. Mais ce qui lui mérita sa réputation, ce ne sont pas des ouvrages qui n'étoient, sans doute que des copies d'ouvrages plus anciens ; c'est d'avoir combattu l'astrologie dans un tems où les bons esprits pouvoient seuls échapper au préjugé ; c'est sur-tout d'avoir transporté l'astronomie & la lumière des sciences & des arts dans l'Allemagne & dans l'université de Vienne, dont il fut le premier professeur. Il mourut l'an 1397, & fut enterré avec les plus grands hommes dans l'église cathédrale de Vienne.

Jean de Dondis, médecin & astronôme de Padoue, célébré par Regiomontanus dans le discours public qui précéda la lecture d'*Alfergan*, mérita sa réputation par une horloge infiniment curieuse pour son tems, destinée à marquer l'heure, le jour, le mois, les fêtes de l'année, le cours du soleil, de la lune & des planètes (a). Regiomontanus (b) fait beaucoup d'éloges de ce planétaire, il fait entendre que Jean de Dondis eut plus de réputation comme astronôme que comme médecin ; ainsi il appartient à cette histoire. Son invention lui fit donner le surnom d'*Horologio* que sa famille a conservé. L'Italie lui a donné ce surnom, comme elle donna jadis celui d'Africain & d'Asiatique aux deux Scipions. Jean de Dondis eut un fils qui expliqua le mécanisme de cette horloge dans un ouvrage resté manuscrit (c).

§. XIII.

Le quinzième siècle nous offre de plus grands progrès, l'Italie s'éclaire & communique sa lumière au reste de l'Europe. Les Grecs commençoient à fuir un pays désolé par la guerre. Le premier qui parut en Italie fut *Emmanuel Chrysoloras*, qui la parcourut en déclamant contre l'ignorance, & en réveillant le génie des Italiens. Mais la véritable époque de la renaissance des lettres fut l'année 1453, où Constantinople fut prise, & où le despotisme de l'ignorance fit passer en foule les Grecs en Europe. Les plus distingués furent *George de Trébisonde*, *Demetrius Chalcondyle*, *Théodore Gaza*, *Jean Agyrophile*, les deux *Lascharis*, & le fameux Cardinal *Bessarion*.

(a) Encyclopédie, art. *Horloge*,
(b) Regiomontanus, *qd Alfergan*,

(c) Histoire des Mathémat. Tome I,
p. 439.

§. XIV.

JEAN DE GMUNDEN enseigna à Vienne l'astronomie, il mourut en 1442. Ses ouvrages restés manuscrits, sont à Vienne dans la bibliothèque de la Faculté des arts. Voici les titres rapportés par M. Weidler (a).

- 1°. Tabulæ de planetarum motibus & luminarium eclipsibus, verissimæ ad meridianum viennensem.
- 2°. Calendarium.
- 3°. Tabulæ variæ de parte proportionali.
- 4°. Canones in tabulam tabularum.
- 5°. Libellus de arte calculandi in minutis physicis.
- 6°. Tractatus sinuum.
- 7°. Æquatorium motuum planetarum.
- 8°. Compositio astrolabii & utilitates ejusdem, & quorundam aliorum instrumentorum.

Il eut beaucoup de disciples qui se distinguèrent dans leur tems, mais dont les noms n'ont point passé leur siècle. M. Weidler (b) cite encore d'autres Allemands qui firent honneur alors à leur patrie; leurs noms sont trop peu connus pour mériter une place dans cette histoire. L'Allemagne a produit tant de grands astronomes qu'elle ne peut se plaindre de ce silence.

§. XV.

DANS ces tems, où les hommes dignes d'être nommés sont rares, nous parcourons & nous embrassons à la fois toute l'Europe.

Nous trouvons en France *Pierre d'Ailli*, né à Compiègne d'une famille obscure, & devenu par son mérite évêque & cardinal. Il fut grand théologien, grand prédicateur & savant en astronomie: il a composé les livres suivans:

- 1°. Tractatus de vero cyclo lunari.
- 2°. Vigintiloquium de concordia astronomicæ veritatis cum theologia.
- 3°. Tractatus de concordia astronomicæ veritatis & narrationis historicæ.
- 4°. Tractatus elucidarius astronomicæ concordia cum theologia & cum historicâ narratione.
- 5°. Apologetica defensio astronomicæ veritatis.

(a) Weidler, p. 293.

(b) Page 295.

6°. *Alia secunda apologetica Defensio ejusdem.*

7°. *Tractatus de concordia discordantium astronomorum (a).*

Ces ouvrages ont été imprimés vers la fin du quinzième siècle. Mais ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est d'avoir connu la nécessité de corriger le calendrier, & de retrancher quelques jours, pour rendre à l'équinoxe sa véritable place, ou du moins celle qui avoit été réglée par le concile de Nicée. Il proposa cette réformation au Pape Jean XXIII; mais ce tems de schisme, où trois Papes se disputoient l'empire de l'église, demandoit d'autres réformes, Pierre d'Ailli ne fut point écouté. Le calendrier resta imparfait encore plus de deux siècles, & le cardinal n'eut que l'honneur d'en avoir connu l'imperfection. Ses belles connoissances furent tachées par sa croyance à l'astrologie. Il avança qu'on auroit pu prédire la naissance de J. C. par les règles de cette science, & il citoit l'étoile, qui apparut aux Mages, & qui fut un signe de cette naissance. Mais l'apparition de cette étoile, qui étoit un signe extraordinaire, ne pouvoit pas être calculée par la connoissance des mouvemens célestes, comme la naissance de J. C. ne pouvoit être annoncée que par l'esprit prophétique.

§. XV I.

VERS ce tems florissoit le cardinal *Nicolas Cusa*; il avoit des connoissances astronomiques. Il a connu les défauts des tables d'Alphonse, & il a écrit sur la réformation du calendrier. Il remarqua que le mouvement des étoiles fixes, tel qu'il est établi dans les Tables d'Alphonse, ne s'accorde pas avec les observations de Ptolémée (b). On lui fait honneur d'avoir le premier renouvelé parmi les modernes l'opinion du mouvement de la terre (c). Sans remonter à l'ancien état de l'astronomie, cette idée avoit été jetée bien des fois parmi les philosophes, mais trop mal établie pour être admise; elle ne devoit immortaliser que celui qui sauroit la démontrer. Le cardinal Cusa mourut en 1464.

George de Trébizonde, né en Crète, mais surnommé de Trébizonde, parce qu'il étoit originaire de cette ville, fut le premier qui traduisit en latin l'*Almageste* de Ptolémée. Il fut secrétaire du Pape Nicolas V; il étoit grand partisan d'Aristote, qu'il mettoit infiniment au-dessus de Platon. Le cardinal Bessarion prit la défense du divin Platon. Ce schisme faisoit peu

(a) *Baillet*; art. Ailli. Rem. H.

(b) *Novi Opera*, Lib. II, c. 4, p. 50.

(c) *Voy. les Œuvres*, Lib. II & XII de *doctâ ignorantia*.

d'honneur aux Grecs fugitifs, qui auroient dû admirer également ces deux grands hommes, au lieu de se partager pour les décrier. George de Trébizonde a fait encore les ouvrages suivans :

- 1°. *Commentarium in Ptolamei centum sententias.*
- 2°. *De antisciiis.*
- 3°. *Cūr astrologorum judicia plerūque fallantur.*
- 4°. *Introductio in magnam Ptolamei compositionem.*

Ce dernier ouvrage est manuscrit dans la bibliothèque de l'Escurial, les autres ont été imprimés à Cologne en 1544 : il mourut à 90 ans, l'an 1486.

§. X V I I.

Nous passons à *Purbach*, dont la réputation s'est conservée jusqu'à nous. Nous avons dit qu'il est le premier qui se soit vraiment distingué dans l'astronomie renouvelée ; il chercha sur-tout à faciliter le calcul. Il construisit différentes Tables, qui manquoient alors, ou qui avoient besoin d'être rendues plus exactes ; telles que la Table du rapport des degrés des différens parallèles aux degrés de l'équateur ; les Tables des sinus qu'il calcula de 10 en 10 minutes sur un rayon de 60, comme avoit fait Ptolémée, mais augmenté de cinq chiffres ; ainsi ce rayon étoit divisé en 6000000 parties. En conséquence nous le croyons l'inventeur du calcul décimal, dont nous ne trouvons point de traces avant lui. Ptolémée avoit suivi l'usage des anciens & la division sexagésimale ; en sorte qu'ayant partagé le rayon en 60 parties, il partageoit de nouveau chaque partie en 60 autres. *Purbach* vit qu'il seroit plus commode de diviser chaque partie en 10 ; pratique simple, puisque pour diviser par 10, il suffit d'ajouter un zero ; le nombre divisé en 60 parties le sera en 600 ou 6000, &c. *Regiomontanus* donna ensuite plus d'étendue à ces Tables, & les calcula de minutes en minutes.

Après avoir rendu ce service au calcul astronomique, *Purbach* fit un globe céleste, auquel il ajouta un catalogue des étoiles dont les positions étoient réduites pour le milieu du quinzième siècle. Il fit construire un gnomon & son carré géométrique, dont nous parlerons plus bas. Enfin il passa à la réforme des Tables, & combinant ensemble les hypothèses & les élémens de Ptolémée & d'Alphonse, il donna une forme plus commode aux Tables des équations.

§. X V I I I.

PURBACH ayant reconnu que les Tables de Ptolémée & les Tables d'Alphonse

R r r i j

ne représentoient exactement ni les éclipses, ni les lieux des planetes, ayant également reconnu que les théories plus modernes de Campanus & de Gerard de Crémone (a) étoient défectueuses, il entreprit son ouvrage intitulé *Théorie des planetes*, qui fut achevé en 1459 (b), & imprimé l'année suivante. Ses Théories furent reçues avec tant d'applaudissemens, que de savans hommes ne dédaignèrent pas de les commenter; Jo.-Bapt. Capuanus, E. O. Schreckenfuchsius, P. Nonius, C. Urtizius & E. Rheinold.

André Stiborius a fait une exacte recherche des ouvrages de Purbach; dont Transletter nous a donné le catalogue. Le voici tel qu'on le trouve dans M. Weidler (c).

Theoricæ planetarum, imprimées plusieurs fois avec des notes de Rheinold;

Sex primi libri Epitomes Almagesti, impr. à Nuremberg en 1550.

Tabulæ eclipsium super meridiano viennensi, impr. à Vienne en 1514.

Collectio Tabularum primi mobilis & quorundam nova compositio, cum singulari usu.

Canones astrolabii.

Introductorium in arithmetica.

Extensio organi Ptolæmei pro usu horarum germanicarum ad omnia climata, cum demonstratione.

Canones gnomonis, cum novâ Tabulâ.

Compositio compasti, cum regulâ ad omnia climata.

Compositio novæ virgæ visoriz, cum lineis & tabulâ novâ.

Instrumentum pro veris conjunctionibus solis, in quo vetus instrumentum ab insufficientiâ taxat.

Nova Tabula finis de 10 minutis in 10, per multas millenarias partes, cum usu quæ plurimarum rerum novarum occasio fuit.

Modus componendi & demonstrandi tabulam altitudinis solis, cum tabulâ ipsâ.

Modus describendi horas ab occasu in pariete.

Tabulæ æquationum motuum planetarum, nondum perfectæ, & ad ultimum completæ, impr. à Basle en 1553.

Tabula nova proportionis parallelorum, ad gradus equinoxialis, cum propositione ejusdem.

Tabula nova stellarum fixarum.

(a) *Prefat. in Theoricæ planetarum*,
pag. 19.

(b) *Ibidem.*

(c) Page 302.

Almanach perpetuum, cum canonibus, reductum ad nostra tempora.

Plura de quadrantibus.

Quadratum geometricum, imprimé à Nuremberg en 1544, avec quelques ouvrages de Regiomontanus.

§. XIX.

Nous donnerons ici quelque notion des ouvrages de Purbach, qui nous sont connus : le premier intitulé *Algorithmus Georgii Purbachii in integris* ; c'est ce que dans le catalogue précédent on appelle *Introductorium in arithmetica*. On y trouve les regles de l'arithmétique, & une idée des proportions.

Le second sont les Théoriques des planetes ; il y explique les théories du Soleil, de la Lune, des trois planetes supérieures, de Mercure, de Vénus, les *passions* des planetes, c'est-à-dire, les phénomènes de leurs mouvemens, & leurs aspects réciproques ; les parallaxes, les éclipses ; enfin la théorie du mouvement de la huitieme sphere, ou de la sphere des étoiles assujettie à trois mouvemens : le mouvement journalier en 24 heures, le mouvement en longitude, & celui de trépidation.

Le troisieme est l'ouvrage intitulé *Quadratum geometricum* ; c'est la description de l'instrument pour prendre des hauteurs. Cet instrument rectangulaire (*fig. 38*) est formé de quatre pieces de bois ou de cuivre. Purbach détermine que leur longueur doit être environ de deux coudées, leur largeur de deux doigts, avec une épaisseur proportionnée. Deux de ces regles BC, CD, sont divisées chacune en 1200 parties par des lignes dirigées vers le centre A. Une alidade AE, mobile & garnie de deux pinnules, dirigée à l'astre que l'on veut observer, montre la distance de cet astre au zenith, mesurée par l'angle que fait l'alidade AE avec la verticale AB ; cette verticale est reconnue & vérifiée par le moyen d'un fil à plomb. On connoît l'angle BAE par le nombre des parties contenues dans le sinus BF, qui sont telles que le sinus de 45° en doit contenir 1200. On juge bien qu'il est nécessaire d'avoir une Table qui donne les angles correspondans à ces divisions du sinus. Cet instrument est le même que celui de Ptolémée (a), dans lequel on a substitué les sinus au lieu des arcs.

Outre l'usage astronomique de cet instrument, Purbach montre qu'on

(a) *Suprà*, page 562.

peut s'en servir dans la géométrie pratique pour mesurer des hauteurs & des distances inaccessibles. Il a tous les usages d'un quart de cercle.

Enfin le quatrième ouvrage de Purbach est le traité des sinus & des cordes, où il expose les propositions fondamentales, qui lui ont servi pour la composition de ses Tables.

On fit ces vers sur la mort de Purbach.

*Extinctum dulces quidnam me fletis amici !
Fata vocant , Lachesis sic sua fata trahit.
Destituit terras animus , cœlumque revisit
Qua semper coluit , liber & astra colat.*

§. X X.

JEAN BLANCHINI de Bologne , étoit contemporain de Purbach : il fut professeur d'astronomie à Ferrare vers 1458 ; il composa de nouvelles Tables des mouvemens célestes , qu'il dédia à l'Empereur Frederic III. Ces Tables ont été imprimées à Venise en 1485 , & plus correctement en 1526 : elles furent réimprimées avec celles de Purbach en 1553 , & ensuite dans les Œuvres de Gauric en 1575. Cet ouvrage avoit quelque mérite , puisqu'il a été réimprimé quatre fois. Toutes ces Tables publiées de tems en tems par différens auteurs , étoient produites par le désir de remédier au calcul embarrassé & pénible des Tables alphonsines & à leur imperfection. Cependant Blanchini regarde les longitudes de ces Tables comme assez correctes. Il pensoit qu'on devoit préférer les latitudes de Ptolémée ; & c'est sur ce fondement que ces nouvelles Tables sont établies. Elles sont pour le méridien de Ferrare que Blanchini place au trente-deuxième degré de longitude , avec une latitude de 45°. Il se trompoit environ de trois degrés sur la longitude (a).

Georges Valla florissoit alors : il étoit médecin & très-habile dans les langues greque & latine ; il joignit à cette connoissance celle qu'il avoit de l'astronomie , & il traduisit différens auteurs grecs , tels que Cléomède & Proclus. Il fit sur l'Almageste un commentaire qui n'a jamais vu le jour ; ceux qu'il a faits sur le livre de Ptolémée , intitulé *Quadripartitus* , sur les Tusculanes de Cicéron , & sur le second livre de Pline , ont paru à Venise en 1502. La traduction des hypotyposes de Proclus a été ajoutée à celle de l'Almageste , imprimée à Basse en 1551. La traduction de Cléomède avoit

(a) Weidler , page 303.

paru en 1533. Malgré la connoissance qu'il avoit du grec, M. Huet le regarde comme un fort mauvais traducteur. Il irrita le duc de Milan par son zele pour la faction des Trivulces. Ce prince le persécuta, le fit mettre en prison dans Venise même; mais ayant été jugé & déclaré innocent, il recouvra sa liberté dont il ne jouit pas long-tems : une mort subite le trappa comme il alloit faire sa leçon à ses disciples (a).

§. XXI.

ON pense que *Regiomontanus* est le premier, qui ait calculé des éphémérides; on appelle ainsi une espece d'Almanach où les positions, les aspects des planetes & les phénomènes célestes sont calculés & annoncés pour un certain nombre d'années. Ce n'est pas qu'on n'eût déjà fait quelques essais dans ce genre, un passage de Pline, que nous avons cité (b), pourroit faire soupçonner qu'Hypparque avoit calculé d'avance les mouvemens des planetes pour 600 ans, ce qui est cependant peu vraisemblable; les parapégma que les Grecs exposoient publiquement, étoient sans doute des éphémérides. Mais sans remonter si haut, *Regiomontanus* parle lui-même de quelques prédictions pour l'an 1470 (c) : ce sont peut-être celles qu'on attribue à Abraham Zachut pour les années depuis 1472 jusqu'en 1502 (d). Les auteurs des éphémérides littéraires des Gaules, assurent qu'on trouve dans la bibliotheque du Roi à Paris, de ces éphémérides pour 1442. Toutes ces prédictions étoient si defectueuses, si mal en ordre, si peu étendues, que l'on peut presque regarder *Regiomontanus* comme l'inventeur des éphémérides; celles qu'il publia s'étendoient depuis l'an 1475 jusqu'à l'an 1506. Il y marque les lieux, les aspects & les éclipses des planetes. Mathias, Roi de Hongrie, à qui cet ouvrage est dédié, fit présent à l'auteur de 1200 écus d'or. Chaque exemplaire se vendit douze écus : ce qui prouve que cet ouvrage surpassoit infiniment tous ceux qui l'avoient précédé.

§. XXII.

Le plus célèbre des instrumens de *Regiomontanus* & de *Waltherus* est celui qu'on nommoit *Torquetum*; il étoit fort composé, & embrassoit à lui seul tous les usages des anciennes armilles. Cet instrument pouvoit

(a) Weidler, p. 303.

Bayle, art. George Valla.

(b) Hist. Astron. anc. p. 310, note.

(c) Weidler, p. 308.

(d) Fracastor, de *Homocentricis*, p. 93.

Weidler, p. 270.

alors être regardé comme universel ; nous allons le décrire à l'aide de la *fig. 35*. Sa base étoit un plan rectangulaire *ABCD*, au milieu duquel on avoit tiré une ligne *EF*, qui représentoit la méridienne : sur cette ligne étoit élevé un support qui portoit un second plan quadrangulaire *GHIK*, incliné sur le plan horizontal, comme l'équateur sur l'horizon du lieu pour lequel étoit construit l'instrument. La ligne *LM*, qui partageoit ce plan incliné, étoit encore une ligne méridienne. Sur ce plan étoit décrit un cercle qui représentoit l'équateur, divisé d'abord en 24 parties, selon le nombre des heures du jour, ensuite en 12 & en 360, selon le nombre des signes & des degrés de l'équateur. Voilà ce que nous appellerons la première partie de l'instrument ; la seconde, qui étoit supérieure, étoit mobile sur l'équateur *GHIK*, & portoit un index *N*. Elle étoit établie également sur un support, qui lui faisoit faire avec le plan *GHIK* un angle égal à celui que l'équateur fait avec l'écliptique. La première pièce de cette partie étoit un plan circulaire *OP* divisé selon les 12 signes & les 360 degrés de l'écliptique. On ajoutoit dans une division intérieure les mois de l'année qui répondoient aux signes. La pièce *OP*, garnie de deux index à ses extrémités, étoit mobile sur son centre *Q*, & portoit en même tems perpendiculairement au plan de cette écliptique, par un support *QR*, un cercle *RSTV*, garni d'une alidade *SV*. On observoit, par le moyen de cette alidade, la longitude & la latitude d'un astre quelconque : mais ce cercle, qu'on pouvoit rendre vertical, servoit encore à trouver les hauteurs des astres & leurs distances au zenith, au moyen d'un fil à plomb qui y étoit ajouté. Nous ne détaillerons point les différens usages de cet instrument, il faudroit copier le traité que Regiomontanus a composé pour les expliquer. Les astronomes verront aisément que ces usages sont infinis, & que nous avons eu raison de le regarder comme universel.

Les autres instrumens que Regiomontanus & Waltherus firent construire, étoient des armilles semblables à celles d'Alexandrie, les regles de Ptolémée (*a*), &c. Regiomontanus observa d'abord à Vienne, conjointement avec Purbach, ensuite à Nuremberg avec Waltherus, depuis 1457 jusqu'en 1474 (*b*). Waltherus avoue que les armilles, dont le diamètre étoit de six pieds, n'avoient pas été travaillés avec assez d'exactitude & de soin, & qu'elles étoient susceptibles de donner une erreur de 10' (*c*). Cependant

(a) *Suprà*, p. 175.

(b) *Obs. pub. à Nur.* par J. Heller en 1544.

(c) *Histoire céleste de Flamsteed, Proleg.* pag. 38.

quelque

quelqu'ingénieuse que soit l'invention du *Torquetum*, il paroît qu'il étoit moins commode, moins exact que les armilles & les regles parallactiques. Waltherus n'a employé, du moins le plus souvent, que ces derniers instrumens. Un instrument composé réunit plus de défauts à plus d'avantages, & les erreurs augmentent en proportion. Le peu de cas, ou du moins le peu d'usage que Waltherus a fait du *Torquetum*, le soin que Regiomontanus a pris de le décrire dans un ouvrage particulier, nous persuadent qu'il en étoit l'inventeur.

§. XXIII.

Les ouvrages imprimés de Regiomontanus sont :

- 1°. Ephemerides astronomicæ ab anno 1475 ad annum 1506. *Nuremberg* 1474.
- 2°. Tabula magna primi mobilis, cum usu multiplici rationibusque certis. *Nuremberg* 1475.
- 3°. Calendarium novum, quo promuntur conjunctiones veræ atque oppositiones luminarium & eclipses eorum figuratæ, *Nuremberg* 1476.
- 4°. Epitoma in Almagestum Ptolæmei. *Venise* 1496.
- 5°. *Purbachii* Tabulæ eclipsium, & *Regiomontani* Tabulæ primi mobilis. *Vienne* 1514.
- 6°. *Regiomontani* Epistola ad *Bessarionem* de meteoroscopio *Jo. Veneri*; Libri V de constructione & utilitatibus meteoroscopiorum. *Nuremberg* 1522.
- 7°. Problemata XVI. De cometæ longitudine, magnitudine & loco vero; edidit *Schonerus*, *Nuremberg* 1531.
- 8°. Problemata ad Almagestum. *Nuremberg* 1541.
- 9°. Observationes XXX annorum à *Jo. Regiomontano* & *B. Walthero* Norimbergæ habitæ; edidit *Jo. Schonerus*; *Nuremberg* 1544.
10. Scripta clarissimi *Jo. Regiomontani* de torqueto astrolabio armillari; regulâ magnâ ptolemaïcâ, baculoque astronomico, & observationibus cometarum, aucta necessariis *Schoneri* additionibus; item observationes motuum solis & stellarum, tam fixarum quàm erraticarum; & libellus *Georgii Purbachii* de Quadrato geometrico. *Nuremberg* 1544.
- 11°. Tabulæ directionum profectionumque, non tam astrologiæ quàm tabulis instrumentisque innumeris fabricandis utiles & necessariæ: Tabulæ sinuum per singula minuta. *Tubinge* 1550, 1567, 1584.

Tome I.

SSS

- 12°. Libri tres commentariorum in *Ptolæmi* mag. compositionem , quam *Almagestum* vocant. *Nuremberg* 1550.
- 13°. Liber de fundamentis operationum , quæ fiunt per tabulam generalem vel demonstrationes tabularum primi mobilis cum tabulis eclipsium *Purbachii* ; edidit *A. Schonerus*. *Neubourg* 1557.
- 14°. Disputationes super deliramenta Theoricarum *Gerardi Cremonensis*. *Basle* 1569 , à la suite des *Théoriques de Purbach*.

On cite plusieurs autres ouvrages de Regiomontanus , qui n'ont point paru , & quelques auteurs anciens dont il a fait des éditions , quelquefois avec des notes. Nous renvoyons à l'histoire de M. Weidler pour ces détails (a).

A la mort de Waltherus , ses papiers & ceux de Regiomontanus auroient péri par l'ignorance de ses héritiers , si le Sénat de Nuremberg ne les eût achetés.

§. XXIV.

IL paroît que ce fut vers 1484 que Waltherus commença à se servir d'horloges à roues pour mesurer le tems ; voici une observation qui le prouve. Il aperçut Mercure le matin dans l'horizon , & suspendit tout de suite le poids à une horloge , laquelle avoit une roue horaire garnie de 56 dents ; il s'écoula une révolution entière & 25 dents de plus avant le lever du soleil , d'où Waltherus conclut que Mercure s'étoit levé 1^h 37' avant cet astre : il ajoute que cette horloge étoit très-bien réglée & donnoit exactement l'intervalle d'un midi à l'autre (b). Cette horloge , qui avoit une roue horaire , étoit-elle remontée toutes les heures ? C'est ce qu'il ne paroît pas possible de décider. Voilà la première fois qu'il est question dans l'histoire de l'astronomie d'horloges à poids , & de leur usage pour mesurer le tems dans l'intervalle des observations. Cette application nous paroît donc appartenir à Waltherus.

L'éclipse de lune du 8 Février 1487 (c) est la première où l'on trouve les tems marqués par l'horloge ; mais on ne négligea pas pour cela l'observation des hauteurs pour connoître l'heure , & pour vérifier la marche des horloges. On se servoit encore en 1671 de cette méthode des hauteurs

(a) Pag. 310.

(b) Observations pub. à Nuremb. p. 49.

(c) Observations publiées à Nuremb. pag. 51.

prises au commencement & à la fin de l'éclipse pour régler la pendule (a). Dans les éclipses de lune on se servoit des étoiles, dans les éclipses de soleil on employoit le soleil lui-même.

Cette observation du 8 Février décele même un usage singulier. On observoit la hauteur sur l'horizon du point diamétralement opposé au soleil, on appeloit ce point *nadir solis*; soit qu'on observât la hauteur de ce point par l'écliptrique des armilles, soit que dans cette observation on se soit servi de Regulus, qui est presque sans latitude, & qui étoit à peu près opposé au soleil. Hypparque & Ptolémée, comme nous l'avons dit, se servoient, pour marquer l'heure du point du zodiaque qui se trouvoit dans le méridien au moment de l'observation. Il paroît qu'on se servoit du point opposé au soleil, & qui avoit la même hauteur que le soleil lui-même dans l'hémisphère opposé.

§. XXV.

On observoit alors quelquefois la longitude des planetes directement par les armilles; par exemple, le 14 Septembre 1488, au coucher du Soleil la Lune étoit dans $22^{\circ}\frac{1}{2}$ du Capricorne, Jupiter dans $16^{\circ}\frac{1}{2}$ des Poissons. Lorsque le 5° du Capricorne s'est trouvé dans le milieu du ciel, Saturne étoit dans le 28° du Sagittaire (b). On voit encore que les astronomes déterminoient l'heure par l'instant du coucher du Soleil.

Waltherus est le premier des modernes qui se soit aperçu de la réfraction; au moment du coucher du soleil (c), il dirigea vers cet astre l'écliptrique des armilles, de manière que l'ombre de la partie supérieure occupât le milieu de la partie inférieure; il eut ainsi le lieu du soleil. Ensuite il fit mouvoir le cercle de la latitude, perpendiculaire à l'écliptrique, en ayant attention que l'ombre de la partie antérieure de ce cercle partageât la partie opposée, dont les deux bords devoient être également éclairés. Il fut étonné de ne pas trouver le même lieu du soleil par ces deux méthodes; il dû en conclure que le soleil étoit hors de l'écliptrique. Il y reconnut bien l'effet de la réfraction; mais comme il ne chercha point à déterminer la quantité de cet élément connu avant lui, il n'a rien fait de plus que Ptolémée & Alhazen. Waltherus a plutôt cherché à éviter l'effet de cette erreur, qu'à trouver les moyens d'en corriger les observations; ce pas important étoit

(a) Transactions philosophiques 1693, n°. 76.

(b) Observ. pub. à Nuremb. p. 52.

(c) Ibid. p. 51.

réfervé à Tycho : d'ailleurs il paroît avoir pensé que cet effet étoit le plus grand dans les solstices , le plus petit dans les équinoxes , & qu'il se bornoit aux environs de l'horizon , ce qui est bien éloigné d'être exact (a).

Nous remarquerons que les observations de Waltherus font foi , que Vénus étoit observée en plein jour , à midi même , étant éloignée du soleil d'environ 30°. Mais on ne dit point comment les observateurs pouvoient voir cet astre en plein jour , sans lunettes ; on ne dit point qu'ils se servissent de longs tuyaux , ni qu'ils eussent obscurci la chambre (b).

§. XXXV L

Nous avons dit que Ptolémée , ou Hypparque , avoient déterminé la longitude des étoiles , en les comparant au Soleil. Comme elles ne sont point visibles en plein jour , ils s'étoient servi de la Lune pour faire une observation intermédiaire ; nous voyons que Waltherus y substitua Vénus , ce qui étoit beaucoup plus exact , parce que son mouvement est infiniment plus lent , & que la parallaxe étoit insensible relativement aux instrumens en usage alors (c).

La position d'une étoile , ainsi bien établie , servoit à trouver les longitudes de toutes les autres , & les longitudes des planetes. On voit que Waltherus , ayant observé un grand nombre de fois la position d'*Aldebaran* dans 20° 35' des Gémeaux , se servoit de cette longitude connue pour rectifier son instrument. Il plaçoit l'étoile sur ce point , & il étoit sûr de toutes les longitudes qu'il observoit ensuite (d). Il avoit déterminé particulièrement cette position vers 1491 : aussi en 1503 prescrivait-il d'ajouter 10' (e) à toutes les positions trouvées par le moyen de cette étoile , à cause de son mouvement en longitude.

§. XXXV I L

Les observations de Waltherus sont toujours accompagnées de notes qui font connoître la confiance qu'on y doit avoir , & celle qu'il y avoit lui-même ; ce qui caractérise un observateur soigneux & exact. Il remarque aussi avec soin l'accord , ou les erreurs des tables. Ces observations sont des éclipses , des longitudes des étoiles & des planetes , des conjonctions des planetes entr'elles & avec les étoiles , des distances mesurées des unes aux

(a) Observ. pub. à Nuremb. p. 52.

Kepler , *Paralip. ad Visel.* p. 131.

(b) Observ. pub. à Nuremb. p. 53.

(c) *Ibid.*

(d) *Ibid.* p. 56.

(e) *Ibid.*

autres, des occultations des étoiles par les planètes, & entr'autres, de la huitième étoile des Gémeaux, qui fut éclipsée depuis le 3 Février 1504 jusqu'au 6 par Saturne stationnaire : Waltherus observa jusqu'au 30 Mai 1504.

§. XXVIII.

PONTANUS, célèbre par la poésie latine, au commencement & sur la fin de sa carrière, s'occupa d'astronomie. Il observa, étant très-jeune, la comète de 1457, & dans sa vieillesse il écrivit quatorze livres, où il traite particulièrement de l'astrologie. Il a fait un commentaire sur le *Centiloquium* de Ptolémée, & a décrit en vers les météores. C'est dans cette classe qu'il range les comètes. Il paroît que Pontanus fut le premier qui rappela l'opinion de Démocrite, que la lumière de la voie lactée est produite par une infinité de petites étoiles; car il la compare au nuage de l'Ecrevisse (a).

Dominique Maria de Ferrate professa les mathématiques à Bologne depuis l'an 1484 jusqu'à l'an 1514; il fut observateur: son exemple & ses exhortations excitèrent Copernic à cultiver avec plus de soin la pratique de l'observation. Il détermina l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 29'$, un peu trop petite pour son tems. Il imagina que le pôle s'étoit approché du zenith, parce qu'il trouvoit qu'en différens lieux les élévations du pôle, données par Ptolémée, étoient trop petites de $1^{\circ} 10'$. Snellius l'a réfuté dans son *Eratosthenes Batavus* (b).

Nous ne citerons ici *Pic de la Mirandole* que pour avoir combattu l'astrologie. On dit qu'il convertit Marcile Ficin (c).

§. XXIX.

Sur la fin du quinzième siècle, *Camille Léonard de Pésaro* imagina une manière de trouver le lieu des planètes sans calcul, par le moyen de cercles & de petites roues de carton, sur lesquels sont marqués les moyens mouvemens des planètes (d). On ne peut attendre aucune exactitude de cette méthode; mais elle suffit pour former chaque jour un tableau du ciel. Nous en faisons encore usage aujourd'hui pour trouver les configurations des Satellites de Jupiter, & nous devons citer ici celui qui paroît en être l'inventeur. Son livre est intitulé :

Liber desideratus canonum æquatorii cœlestium motuum, Pisauri 1496.

(a) Weidler, p. 325.

(b) *Lib. I, c. 8.* & Weidler, p. 324.

(c) Weidler, p. 325.

(d) *Ibid.* p. 327.

Jean Lucilius Santritter, eut également une idée nouvelle dont nous devons lui faire honneur : ce fut celle de construire des éphémérides perpétuelles. Il remarqua qu'au bout de certaines périodes les mêmes lieux des planètes reviennent aux mêmes jours de l'année ; il ne s'agissoit donc que de calculer le lieu d'une planète pour chaque jour de la durée de cette période, & comme le même ordre recommence au renouvellement de la période, ce calcul donnoit un calendrier perpétuel. Ces périodes furent de 4 ans pour le Soleil, de 31 ans pour la Lune, de 8 ans pour Vénus, de 125 ans pour Mercure, de 79 ans pour Mars, de 83 ans pour Jupiter, de 59 ans pour Saturne (a). Cette idée étoit ingénieuse ; elle est encore utile à ceux qui composent des éphémérides, & elle sert de guide & de vérification à un calcul plus exact.

Joan. Lucilii Santritter Ephemerides, sive Almanach perpetuum. Venise 1498.

§. XXX.

VERNER naquit l'an 1468 à Nuremberg, dans cette ville où *Regiomontanus* & *Waltherus* avoient déjà commencé à jeter les fondemens de l'astronomie. Il s'appliqua dès son plus jeune âge aux mathématiques ; à l'exemple de *Regiomontanus*, qui avoit été s'instruire en Italie, il alla à Rome en 1493, il s'y dévoua à l'astronomie, & y commença ses observations. En 1498 il les continua dans sa patrie, & découvrit le mouvement d'une comète qui parut au mois d'Avril de l'an 1500. Il a traduit & expliqué différens morceaux de la géographie de *Ptolémée*. *Verner* (b) compara les lieux observés par lui en 1514 du Cœur du Lion, de l'Epi de la Vierge & du Bassin austral de la Balance, avec les positions que l'on trouve dans les Tables de *Ptolémée* & d'*Alphonse*, il en conclut que le mouvement des fixes, dans l'espace de cent ans, est de $1^{\circ} 10'$. Ce mouvement, qui, selon lui, étoit d'un degré en 86 ans, est trop lent. Il fixoit la première étoile du Bélier à 26° du point équinoctial, & il faisoit l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 28'$, beaucoup plus petite qu'elle ne devoit être alors. Mais enfin *Verner* étoit observateur. N'oublions pas de remarquer qu'à l'exemple des anciens, il recueilloit les observations météorologiques pour tâcher d'en tirer des règles qui pussent servir à prévoir les changemens de l'atmosphère. *Verner* mourut à Nuremberg en 1528.

(a) *Weidler*, p. 328.

(b) *Verner, de motu octavae sphaerae.*

Ses ouvrages sont :

- 1°. Libri V de constructione & utilitatibus meteoroscopiorum. *Nuremberg* 1522, à la suite de *Regiomontanus*.
- 2°. Libri V de multimodis astronomiæ & geographiæ problematis.
- 3°. Tractatus de motu octavæ spheræ : nous croyons que ces trois ouvrages sont dans le même volume.
- 4°. Aphorismi catholici super aeris mutationes. *Nuremberg*. 1546.

§. XXXI.

JEAN SCHONER, né à Carlostat en Franconie en 1477, fut professeur de mathématiques à Nuremberg ; il y fit des observations. Copernic en cite deux de Mercure de l'an 1504, dont il fit usage pour établir les mouvemens de cette planète (a). On lui a obligation d'avoir donné ses soins à l'édition de plusieurs bons ouvrages. Le Sénat de Nuremberg, après avoir acheté les papiers de *Regiomontanus* & de *Waltherus*, les remit entre ses mains. C'est à lui & à son fils *André Schoner* que nous devons ceux qui ont été publiés. Il mourut en 1551.

Ses propres ouvrages sont :

- 1°. *Æquatorii canones astronomici*. *Nuremberg*. 1522.
- 2°. *Descriptio Cometæ Torqueto observati : on y a joint Problemata XVI de cometæ longitudine, magnitudine & loco vero de Regiomontanus*. *Nuremberg* 1531.
- 3°. *Ephemerides*. *Nuremberg* 1532.
- 4°. *Globi stelleri, seu spheræ stellarum fixarum usus & explicatio, & tabulæ resolutæ*. *Nuremberg* 1533.
- 5°. *Æquatorium astronomicum*. *Nuremberg* 1534.
- 6°. *Tabulæ astronomicæ, quas vulgò, quia omni difficultate & obscuritate carent, resolutas vocant, ex quibus omnium syderum erraticorum & fixorum motus ad præterita & futura secula facillimè calculari possunt, correctæ & locupletæ, cum præfatione Philippi Melanctonis commendatitiæ*. *Nuremberg* 1536.

André Schoner a réuni toutes les œuvres de son père en un volume in-fol. imprimé à Nuremberg en 1561. On y trouve de plus :

- 1°. *Planispherium, seu Meteoroscopium in quo singula quæ per motum primi mobilis contingunt, inveniuntur*.

(a) Copernic, de revolutionibus, Lib. 5, p. 30.

2°. *Organum uranicum* è quo facillimè, absque scrupulosâ supputatione, veri mediique planetarum motus reperiuntur.

§. XXXII.

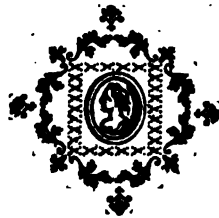
JEAN FERNEL, médecin & astronôme François, né en 1506, mort en 1550, a inventé le monolosphere, espece d'astrolabe au moyen duquel il résout plus facilement les problèmes du premier mobile : mais ce qui lui fait le plus d'honneur, c'est d'avoir tenté de mesurer la terre. Il fit usage d'un moyen qui ne paroïssoit pas susceptible de précision, c'étoit le nombre des tours de roue d'une voiture, en estimant ce que les inégalités & les détours du chemin avoient pu apporter d'augmentation. Il s'avança de 25 lieues vers le nord, en partant de Paris, & il s'arrêta dans un lieu qu'il ne nomme pas, où il trouva par les hauteurs méridiennes du soleil, que l'élévation du pôle étoit augmentée d'un degré. Sa méthode pour la mesure itinéraire étoit peu exacte, les instrumens pour prendre la hauteur n'étoient sans doute pas meilleurs ; mais, soit qu'il ait eu des moyens qu'il n'a pas expliqués, soit que le hasard l'ait favorisé, il détermina la longueur du degré de 56746 toises, à 300 toises près de la valeur exacte. Depuis l'ancienne mesure, qui appartient à l'astronomie primitive, on n'en avoit pas encore approché de si près (a).

Les ouvrages de *Fernel* sont :

1°. *Monolaspherium, sive astrolabii genus. Paris 1526.*

2°. *Cosmotheoria. Paris 1528.*

(a) *Mém. Acad. Scien. T. VII, p. 5.*



ÉCLAIRCISSEMENTS, DÉTAILS

HISTORIQUES ET ASTRONOMIQUES.

LIVRE HUITIÈME.

De Copernic , de Tycho , & de leurs Contemporains.

§. PREMIER.

UNE des causes , qui contribua le plus à éclairer Copernic sur les défauts du système de Ptolémé , fut le mouvement de Vénus. Peut-on , dit-il ; admettre l'épicycle de cette planète , & croire qu'elle s'éloigne en-deçà & au-delà du soleil , de 40 parties & plus , dont sa distance moyenne en contient 60 ; de sorte que sa distance seroit tantôt de 100 parties , & tantôt de 20 seulement : dans son périégée , son diamètre paroîtroit cinq fois plus grand , & son corps vingt-cinq fois plus gros que dans son apogée ; ce qui n'est nullement vraisemblable. Cependant il craignoit le soulèvement qu'excitent les nouveautés , le dédain des ignorans. Schomberg , cardinal de Capoue , lui écrivit en 1536 , pour l'engager à donner au public ses inventions , en offrant de les imprimer à ses frais : sa lettre est à la tête des ouvrages de Copernic ; il y détaille les nouveautés du système , & donne à l'auteur les louanges qu'il mérite. Aussi Copernic a soin de dire dans son épître dédicatoire au Pape Paul III , qu'il a cédé aux instances de ses amis , parmi lesquels il cite le cardinal Schomberg & Gisius , évêque de Culm. Nous avons dit qu'il avoit été conduit à l'idée de son système par le vrai mouvement de Vénus & de Mercure autour du Soleil , découvert , dit-on , par les Egyptiens & rapporté par Martianus Capella. On ajoute qu'il y fut encore conduit par l'idée d'Apollonius de Perge , qui fait tourner également autour du Soleil Mars , Jupiter & Saturne. C'est Gassendi qui rapporte ce fait (a). Il semble parler d'après Copernic ; mais Copernic n'en dit rien. Ainsi cette citation nous paroît une méprise de Gassendi.

(a) *In vitâ Copernici*, Tom. V , p. 301.

§. I I.

COPERNIC établit l'obliquité de l'écliptique de $23^{\circ} 28' 24''$ (a). Cette obliquité est trop petite, parce qu'il avoit mal observé la hauteur du pôle qu'il faisoit de $54^{\circ} 19'$. Tycho envoya exprès à Fruemberg un de ses disciples, pour la vérifier par les hauteurs des étoiles circumpolaires, & elle fut trouvée alors de $54^{\circ} 22' 15''$ (b). Cette erreur venoit de la réfraction négligée.

§. I I I.

COPERNIC, dans son ouvrage, posant les fondemens de l'astronomie, décrit l'instrument, ou l'astrolabe dont on doit se servir; ce sont absolument des armilles telles que nous les avons décrites. Il ne sera pas inutile de tracer ici la suite des observations qu'il prescrivoit à un astronôme; on y prendra une idée de l'état de la science. Il faut d'abord observer l'obliquité de l'écliptique, ce qui s'exécute au moyen des hauteurs méridiennes du soleil au solstice d'été & au solstice d'hiver; la moitié de leur différence est l'obliquité de l'écliptique. Cette moitié ajoutée à la hauteur méridienne du solstice d'hiver, donne la hauteur de l'équateur sur l'horizon, dont le complément à 90° est la hauteur du pôle, ou la latitude du lieu. Comme la déclinaison du soleil est différente pour chaque point de l'écliptique, & qu'elle ne dépend que de l'obliquité de ce cercle sur l'équateur, Copernic en avoit dressé des Tables. Son principe étoit qu'on doit tout commencer par l'observation des étoiles, & qu'avant d'établir la théorie d'aucune planète, il faut dresser un catalogue de leur position. En conséquence il prescrit d'observer la hauteur méridienne du soleil; cette hauteur comparée à celle de l'équateur, pour retrancher la plus petite de la plus grande, donnera la déclinaison, & par les Tables on aura la longitude, ou le lieu du soleil dans l'écliptique. Le soir on dirigera ce point de l'écliptique des armilles au centre de cet astre; on observera à quel point du même cercle répond le centre de la lune. Dès que les étoiles reparoîtront, on dirigera le même point de ce cercle à la lune; on remarquera à quel point répond l'étoile, & ce sera sa longitude: cette longitude servira à trouver toutes les autres. Il prescrit de remarquer, dans le moment des observations, le point du zodiaque qui se trouve au méridien, afin d'avoir l'heure, comme faisoient les anciens, & pour tenir compte du mouvement du soleil & de la lune dans les intervalles. C'est absolument la méthode d'Hypparque & de Ptolémée;

(a) *De revolutionibus*, Lib. II, p. 66.

(b) Notes de Muller sur Copernic, L. IX, c. 16.

ainsi l'astronomie n'avoit pas fait un pas à cet égard. Waltherus avoit imaginé de se servir de Vénus au lieu de la Lune, ce qui valoit beaucoup mieux ; mais les ouvrages de Waltherus n'ont paru qu'après la mort de Copernic. Il donne le catalogue des étoiles fixes, qui contient 1022 étoiles comme celui de Ptolémée, & qui n'est en effet que ce catalogue auquel il a ajouté $20^{\circ} 40'$ en conséquence de la précession des équinoxes, pour le réduire à l'époque de 1525, ce qui fait environ 1° pour 67 ans. Cependant ses Tables ne donnent qu'un degré en 72 ans. Les longitudes sont comptées de la première étoile d'Ariès, qui avoit alors $27^{\circ} 21'$ de longitude (a).

§. I V.

Il remarqua, en traitant de la rétrogradation des points équinoxiaux, que ce n'est point une libration de 8° , comme Thebith l'avoit imaginé, puisque la première étoile d'Ariès diffère de plus de trois fois 8° du point de l'équinoxe, tandis que ses plus grands écarts devoient se borner à 16. Il remarque que l'obliquité de l'écliptique a diminué (b). Copernic avoit le talent des rapprochemens, qui conduit à celui de l'invention. S'il fait quelquefois tomber dans des erreurs, c'est cependant le seul chemin qui mène à la vérité. Arzachel, trompé par ses observations, avoit cru que l'apogée du soleil étoit sujet à quelque oscillation, que l'excentricité de son orbite étoit variable, Copernic remarquant que le changement de l'obliquité de l'écliptique & celui de l'excentricité avoient été proportionnels, en conclut qu'ils dépendoient d'une même cause.

*Obliquité.**Excentricité,
le rayon supposé 10000.*

Ptolémée.	$23^{\circ} 51' 20''$	. . . . .	415
Albategnius.	$23^{\circ} 35' 0''$	. . . . .	347
Arzachel.	$23^{\circ} 34' 0''$	. . . . .	347
Copernic.	$23^{\circ} 28' 24''$	. . . . .	323

L'apogée du soleil, la précession des équinoxes sembloient sujets à des variations analogues.

*Apogée.**Précession.*

Ptolémée.	$2^{\circ} 5^{\circ} 30'$	. . . . .	1° en 100 ans.
Albategnius.	$2^{\circ} 22^{\circ} 17'$	. . . . .	en 65 ans.
Arzachel.	$2^{\circ} 17^{\circ} 50'$	. . . . .	en 66 ans.
Copernic.	$3^{\circ} 6^{\circ} 40'$	. . . . .	en 72 ans.

(a) *De revol.* Lib. II, c. 12.(b) *Lib. III, c. 1.*

La longueur de l'année paroït aussi inégale.

Selon Ptolémée elle étoit de	365 ^j	5 ^h	55'	12"
Albategnius, de		5 ^h	46'	24"
Les Tables alphonfines, de		5 ^h	49'	16"
Il paroît que Copernic la faisoit de	365 ^j	5 ^h	49'	24"
Il établit l'année sidérale de	365 ^j	6 ^h	9'	40" (a);

Ces variations qui, à l'exception de celles de l'obliquité de l'écliptique, ne tiennent qu'au plus ou moins d'exactitude des observations, parurent réelles à Copernic, & tout en se trompant il apperçut plusieurs vérités : 1°. que la précession des équinoxes est inégale ; 2°. que l'obliquité de l'écliptique est variable ; 3°. que l'écliptique étant immuable, ce qui est attesté par la latitude constante des fixes, il ne peut y avoir de changement que dans les pôles de la terre, & par un mouvement propre à l'équateur terrestre. Il lia toutes ces variations de l'obliquité, de l'excentricité & de l'apogée du soleil, de la précession des équinoxes & de la durée de l'année, & il attribua tous ces effets à une cause unique & générale. Il crut la trouver dans le troisième mouvement qu'il avoit donné à la terre. Cette révolution s'achevoit dans l'intervalle du retour du soleil à un même solstice. Mais la révolution du soleil dans l'écliptique, où son retour d'une étoile à la même étoile est plus long, Copernic pense que l'inégalité de ces deux révolutions apparentes est la cause de tout. De là naît, selon lui, la précession moyenne des équinoxes ; & comme la durée de l'année civile ou tropique est inégale, la différence des deux révolutions est variable, il s'ensuit une inégalité dans la précession même. Mais le soleil étant immobile, pour rapporter ces apparences à la terre, qui seule se ment réellement, il imagine deux mouvemens dans les pôles, l'un par lequel le pôle s'élève & s'abaisse, pour augmenter ou diminuer l'obliquité de l'écliptique depuis 23° 52' jusqu'à 23° 28' dans une période de 3434 ans, l'autre par lequel ce pôle, balancé dans le sens de la longitude, accélère ou retarde le mouvement de l'équinoxe, qui dans sa quantité moyenne est de 50" 12" par an, faisant un degré en 72 ans. Ce balancement s'accomplit deux fois dans une période de l'obliquité de l'écliptique, & dans un tems de 1717 ans ; la précession des équinoxes la plus rapide est de 1° en 34 ans, & la plus lente de 1° en 102 ans (b). La même période ramenoit les changemens de l'excentricité & ceux de la durée de

(a) *De revol.* Lib. III, c. 14.

(b) *Ibid.* c. 6.

l'année qui varioit depuis $365^j\ 5^h\ 55' 37'' 40'''$ jusqu'à $365^j\ 5^h\ 42' 55'' 7'''$ (a).

§. V.

COPERNIC ayant établi que toutes les planetes se mouvoient dans des cercles suivant le préjugé de l'antiquité, il restoit à expliquer leurs inégalités. Il se servit pour cela des mêmes hypothèses que Ptolémée; il fit voir que l'inégalité du soleil pouvoit être représentée par un excentrique ou par un épicycle. Le mouvement de l'apogée du soleil ne changeoit rien à ces suppositions. Dans l'excentrique, ce mouvement indiquoit que la ligne des abscides avoit un mouvement de rotation; dans l'épicycle, ce mouvement faisoit connoître que la révolution de la planete dans l'épicycle n'étoit pas égale à celle du centre de l'épicycle dans le déférent; mais il en résultoit également un mouvement de rotation dans la ligne des abscides. Copernic observe que les apparences sont si bien les mêmes dans les deux hypothèses de l'épicycle & de l'excentrique, qu'il n'est pas aisé de décider celle qui a lieu dans la nature (b). Voilà pour le soleil.

§. VI.

QUANT à la lune, il reprend Ptolémée sur ce que dans ses hypothèses sur cette planete, tous les mouvemens dans des cercles sont inégaux relativement à leur centre; l'égalité n'a lieu que pour un centre étranger. Il lui reproche la variation énorme de ses parallaxes & de ses diametres, qui ne sont point dans la raison des distances (c). Riccioli (d) pense qu'on pourroit justifier Ptolémée, en admettant un changement dans l'excentricité de la lune; mais ce changement qui auroit lieu de la conjonction à la quadrature, feroit un peu brusque. Il faut être sûr de ses observations & de ses hypothèses, avant de supposer des changemens dans le ciel.

En conséquence il adopta le premier épicycle que Ptolémée avoit établi; faisant son tour dans le tems d'une révolution de la lune à l'égard du zodiaque; mais il en imagina un second, qui portant la planete, rouloit sur la circonférence du premier. Ces trois mouvemens du centre du premier épicycle sur le déférent, du centre du second sur la circonférence du premier, & de la planete dans la circonférence du second, étoient dans des cercles, & toujours uniformes à l'égard de leur centre. Ainsi les loix de la nature

(a) Riccioli, *Almag.* Tom. I, p. 168.

(b) *De revol.* Lib. III, c. 15.

(c) *Ibid. Lib. IV, c. 2.*

(d) *Almag.* Tom. I, p. 260.

paroissoient conservées. D'ailleurs ces épicycles expliquoient aussi-bien qu'on le desiroit alors, l'équation qui se trouvoit quelquefois dans les quadratures de $7^{\circ} 40'$, & qui n'étoit jamais que de $5^{\circ} 1'$ dans les sizigies; dans ce dernier cas l'équation étoit représentée par le rayon du grand épicycle, comme dans Ptolémée. Dans les quadratures elle étoit représentée par ce même rayon augmenté du diamètre du petit épicycle; & comme la lune étoit supposée décrire ce petit épicycle avec une vitesse double de celle de sa révolution dans le zodiaque, ces apparences & ces équations pouvoient se renouveler deux fois par mois dans les deux sizigies & dans les deux quadratures. Seulement l'équation, additive ou négative dans la première des sizigies ou des quadratures, étoit négative ou additive dans la seconde. Le petit épicycle rouloit sur le grand dans le tems d'une révolution de la lune à l'égard de son apogée, révolution plus longue que la révolution à l'égard du zodiaque; il ne naissoit dans les équations les différences, qui naissent réellement du mouvement de l'apogée. Copernic (a) adopta les quantités des deux équations établies par Ptolémée; savoir $5^{\circ} 1'$ dans les conjonctions, $7^{\circ} 40'$ dans les quadratures; & ayant observé les parallaxes au moyen des regles parallaxiques de Ptolémée, il trouva la plus grande de $1^{\circ} 5' 48''$, la plus petite de $50' 19''$, & les distances correspondantes de $52\frac{1}{2}$ & de $68\frac{1}{2}$ demi-diamètres terrestres. En conséquence il régla que la distance moyenne de la lune à la terre étant de $60\frac{1}{2}$ de ces demi-diamètres, le rayon du plus grand des épicycles en contenoit $5\frac{1}{2}$ (b).

§. VII.

COPERNIC cherche la distance du soleil par la méthode dont Ptolémée s'étoit servi, & que nous avons indiquée (c); il la trouve de 1179 demi-diamètres terrestres. Ptolémée avoit trouvé 1210, Albategnius 1146, Tycho trouva depuis 1182; Muller admire cet accord dans une chose si difficile (d). Mais quand on use de la même méthode, & d'observations qui ne sont pas beaucoup plus précises, on s'accorde dans l'erreur comme dans la vérité.

Copernic pense que le diamètre du soleil apogée est un peu plus grand qu'il n'étoit du tems de Ptolémée; aussi l'établit-il de $3' 1' 48''$, plus grand de $2''$; dans le périégée il étoit de $33' 54''$, la parallaxe de $3'$. Les diamètres

(a) *De revol.* Lib. IV, c. 8.(b) *Ibid.* c. 16 & 24.(c) *Suprà*, p. 541.(d) *De revol.* Lib. IV, c. 19, *in notis*.

de la lune dans les conjonctions & oppositions apogées $30'$ & périgées $35' 38''$; dans les quadratures apogées $28' 45''$, & périgées $36' 44''$. Il établit la longueur du cône d'ombre de 265 demi-diamètres terrestres, & le rapport du diamètre de cette ombre à celui de la lune comme 403 à 150. Toutes ces déterminations sont très-proches de celles de Ptolémée. Copernic n'a guères avancé l'astronomie que par le système qu'il renouvela; mais aussi ce système a fait faire un grand pas à la science (a).

Muller ajoute que Tycho a démontré le premier que le diamètre de la lune nouvelle étoit plus petit que celui de la lune pleine, à cause de l'irradiation. Le diamètre qui est dans un cas de $28' 45''$, est dans l'autre de $36'$; c'est ainsi que Tycho en avoir établi la proportion, lorsque la lune est également périgée (b). Le diamètre du soleil n'est jamais augmenté que de $3'$. Voilà pourquoi, dit-il, le soleil ne peut être tout-à-fait caché par la lune (c). On ignoroit qu'il y avoit des éclipses totales de soleil, même avec demeure! Il faut avouer aussi que l'observation des diamètres étoit alors trop incertaine pour que l'on osât s'y fier. Kepler rapporte que le 22 Février 1591, le diamètre de la lune fut mesuré vingt-deux fois de suite: on le trouva deux fois de $31'$; six fois de $32'$; sept fois de $33'$; six fois de $34'$; une fois de $36'$ (d). Quel résultat pouvoit-on établir sur des mesures qui différoient de $5'$?

Dans le livre V, Copernic établit les mouvemens des cinq planètes; il commence par les moyens mouvemens. Il fait voir que des deux inégalités connues des anciens, la première appartient au mouvement annuel de la terre; la seconde seule appartient à ces planètes. Mais il faut avouer que si Copernic, par une hypothèse ingénieuse & vraie, trouva le moyen de se débarrasser de la première inégalité, l'explication de la seconde est encore bien compliquée; il emploie tous les moyens dont Ptolémée s'est servi. Ptolémée avoit employé un épicycle pour tenir lieu du mouvement de la terre, & une excentricité pour représenter l'inégalité propre de la planète. Copernic prend cette excentricité, ou plutôt les $\frac{1}{2}$ de cette excentricité, pour la donner à son excentrique, & il établit un épicycle qui a pour diamètre l'autre quart de cette excentricité (e). Il y a donc complication de moyens, & l'astronomie étoit encore bien éloignée de la simplicité qu'on

(a) *De revol. orb. cœl.* Lib. IV, c. 19, 21, & 22.

(b) *Progymn.* Tom. I, p. 112 & 135.

(c) *De revol.* Lib. IV, c. 22.

(d) Kepler, *Astr. pars optica*, p. 218.

(e) *De revol.* Lib. V, c. 4.

cherchoit. Copernic proposa encore une autre explication, c'étoit celle qu'il avoit employée pour la Lune, d'un épicycle roulant sur un autre épicycle, & porté sur un déférent (a). Il n'employa point d'épicycle pour Vénus, mais il fit mouvoir le centre de l'orbite de Vénus sur un petit cercle semblable à celui que Ptolémée avoit déjà employé en pareille occasion (b). On peut croire que ces deux artifices sont pour tenir compte de l'excentricité de Vénus & de celle de la terre, dont les effets se compliquent dans les apparences. L'excentricité de Ptolémée partagée, & l'épicycle établi du quart de cette excentricité avoient le même objet. Ainsi Copernic, en voulant dépouiller les apparences du mouvement des planetes de tout ce qui tient au mouvement de la terre, manquoit son objet par son respect pour le vieux préjugé des mouvemens circulaires. Comme il ne faisoit point usage de l'excentricité de la Terre, il la retrouvoit partout. Quant au mouvement de Mercure, il employa les mêmes moyens, mais il fut obligé d'y ajouter un épicycle (c). La complication n'est pas moins grande pour expliquer la variation & la latitude des planetes : il admet trois causes ; le changement de position de la planete dans son orbe incliné à l'écliptique, par lequel elle s'éloigne plus ou moins de ce cercle ; la distance de la terre à la planete, qui étant plus ou moins grande, à cause du mouvement propre de notre globe, fait paroître la latitude sous un angle plus ou moins grand. Tout cela étoit bien jusques-là, mais il admet une libration par laquelle l'inclinaison est augmentée & diminuée, & qui s'exécute dans de petits cercles. Cette dernière variation doit encore tenir à l'effet de l'excentricité. Nous n'imaginons pas qu'on attende de nous des explications plus détaillées de toutes ces inventions d'autant plus pénibles qu'elles étoient plus éloignées de la vérité : ce seroit un grand travail que celui de démontrer comment ces suppositions cadroient bien ou mal avec les phénomènes. Cette étude de notre part, qui en exigeroit une autre de nos lecteurs pour nous entendre, seroit du tems perdu pour les uns & pour les autres. Il nous suffit de donner l'esprit des méthodes & des explications. Au reste Copernic n'a pas fait la multitude d'observations que demanderoient toutes les théories qu'il a établies ; il s'est servi de toutes celles qui avoient été faites avant lui, & notamment par Ptolémée. Il s'est proposé de représenter tous les mouvemens qui en résultent, par des hypothèses plus simples

(a) *De revolutionibus orbest. cœl.* Lib. V, cap. 4.

(b) *Ibid.* c. 22.

(c) *Ibid.* c. 25.

& mieux fondées ; & quoique les modernes ayent beaucoup ajouté à la simplicité des explications , on ne peut pas dire qu'il n'eût supérieurement réussi dans son projet. Il a eu le courage de tenter la réforme, il en a exécuté une partie , & son nom vivra autant que l'astronomie.

§. VIII.

Ses partisans ne furent pas d'abord en grand nombre ; parmi ceux qu'on peut connoître & citer , il n'eut d'abord que Rheticus son disciple , & Maestlin ; il eut ensuite Kepler & Galilée, Descartes , Lansberge , Bouillaud , &c. ; encore Lansberge & Bouillaud s'écartoient-ils de lui , en ce qu'ils conservoient au ciel & aux étoiles le mouvement diurne autour de la terre en 24 heures ; mais il n'eut ni Wendelinus ni Gassendi. Malgré le penchant qui devoit porter le défenseur d'Epicure à ces idées philosophiques , tous deux furent arrêtés par la condamnation de Galilée (a). Elle ôta sans doute bien d'autres partisans à Copernic , & retarda pendant quelque tems l'admission de la vérité.

L'ouvrage de Copernic parut *in-folio* à Nuremberg sous ce titre : *Nicolai Copernici libri sex de orbium caelestium revolutionibus* ; il fut réimprimé à Basse *in-folio* en 1566 : Il fut encore réimprimé à Amsterdam *in-4°*. en 1617.

Nous avons déjà parlé de Rheticus , disciple de Copernic ; il a fait une espèce de commentaire sur le livre des révolutions célestes , intitulé *Narratio prima*, réimprimé à Dantzich en 1540 ; réimprimé en 1566 à Wittemberg , à la suite de l'ouvrage de Copernic ; il a fait des éphémérides calculées d'après les hypothèses de Copernic , imprimées à Leipzig en 1550 ; d'ailleurs Rheticus a bien mérité de l'astronomie , par un ouvrage de patience & d'utilité ; ce sont des Tables de sinus calculées de 10 en 10". Cet ouvrage n'étoit pas terminé à sa mort , qui arriva en 1576. Il fut achevé par Valentinus Otto , & imprimé à Neustat en 1596 , dans un gros livre intitulé *Opus palatinum de triangulis* (b).

Erasme Rheishold , né à Salfeld en Turinge en 1511 , mort en 1553 , succéda à Milichius comme professeur de mathématiques dans l'Université naissante de Wittemberg , qui produisit plusieurs hommes utiles aux progrès

(a) Riccioli , *Almag.* Tom. I , pag. 393.

(b) M. de la Lande , *Astronomie* , art. 456.

de l'astronomie. Rheinhold eut un fils qui a écrit sur l'étoile de 1572, & dont Tycho faisoit quelque cas (a). Les ouvrages de Rheinhold sont :

- 1°. *Des Notes sur les Théoriques de Parbach*, imprimées à Vitemberg en 1542 & en 1601.
- 2°. *Ptolamei magnæ Constructionis liber primus*, græcè, cum *Erasmi Rheinholdi* versione & scholiis, Vitemberg 1549 & 1569.
- 3°. *Tabulæ prutenicæ cœlestium motuum*, Vitemberg 1551, réimprimées en 1562, 1571, 1585 : ces éditions réitérées marquent la bonté & le succès de l'ouvrage.
- 4°. *J. de Sacro Bosco*, *Libellus de sphærâ & anni ratione*, cum annotationibus *Erasmi Rheinholdi*, Vitemberg, 1568 & 1574.
- 5°. *Primus liber tabularum Directionum*, canon fecundus ad singula scrupula, nova tabula climatum, parallelorum & umbrarum, cum appendice canonum, qui in Regiomontani opere desiderantur, auctore *Erasmo Rheinholdo*, Tübinge 1554.

Rheinhold promettoit une édition du Commentaire de Théon sur l'Almageste ; elle n'a jamais paru. Les Tables prussiennes, dédiées à Albert de Brandebourg, Duc de Prusse, coûtèrent à Rheinhold sept ans de travail. Il paroît qu'il hésitoit entre les deux systêmes ; car les préceptes pour le calcul sont données dans les deux hypothèses. Les Tables sont pour le méridien de Konisberg, capitale de la Prusse. M. de la Lande (b) dir qu'elles sont plus exactes que celles de Copernic, parce que les longueurs de calcul déplaissent à cet homme de génie, il y mettoit peu de soin, & ses propres Tables ne représentent pas toujours bien les observations mêmes qui leur ont servi de base.

Reinerus Gemma, surnommé *Frisius*, parce qu'il étoit de Frise, né en 1508, mort en 1555. Il imagina pour les cartes une nouvelle projection, qui consiste à placer l'œil dans le point de l'équinoxe du printemps, & à dessiner tous les objets sur le plan du colure des solstices ; nous en parlerons ailleurs. Lorsqu'il mourut, il travailloit à des globes, où il comptoit placer toutes les positions déjà déterminées astronomiquement : ses ouvrages sont :

- 1°. *Tractatus de annulo astronomico*, de usu & compositione globi utriusque, de radio & baculo astronomico, sive regulis Hypparchi, & de astrolabio catholico, Anvers 1550 & 1584.

(a) Tycho, *Progymnasmatum*, P. I, p. 417.

(b) M. de la Lande, *Astron.* art. 452.

2°. *Tractatus de principiis astronomiæ & cosmographiæ, deque usu globi ab eo editi, de orbis divisione, & insulis nuper inventis; accedit Joannis Schoneri opusculum de usu globi astriferi, Paris. 1557 Cornelius Gemma son fils écrivit sur l'étoile de 1562.*

§. IX.

GEMMA FRISIUS est l'inventeur de l'anneau astronomique, c'est-à-dire, de l'instrument formé de deux cercles, qui se coupent à angles droits, dont l'un représente le méridien & l'autre l'équateur. L'équateur porte une alidade percée d'un petit trou pour laisser passer les rayons du soleil. Cet instrument n'est qu'une armille simplifiée & portative; il n'a aucune exactitude astronomique. Il servoit pour avoir l'heure avant que les montres fussent communes; il est peu d'usage aujourd'hui.

Le rayon astronomique, appelé aussi arbalestrille & bâton de Jacob, est réellement un bâton AB (*fig. 39*), sur lequel glisse à angles droits une règle CD, divisée aussi en parties égales & semblables à celles du bâton. D'une des extrémités B de ce bâton, on regarde la distance de deux étoiles, ou de deux astres, en plaçant la règle de manière que les deux astres soient vus précisément à ses deux extrémités. Alors l'un des bras CE ou DE de la règle est le sinus de la moitié de l'angle de la distance des deux astres, & l'intervalle de la règle à l'œil sur le bâton est le sinus du complément. Avec ces données, on calcule facilement l'angle. Cet instrument, qui a été mis en usage par tous les astronomes jusqu'à Tycho, qui depuis a servi long-tems sur mer, ne vaut pas grand'chose, & n'est susceptible d'aucune précision.

Jéan de Roïas fit à peu près dans le même tems un traité sur l'astrolabe, imprimé à Paris en 1550, où cherchant, comme Cornelius Gemma, une projection avantageuse pour les cartes, il développa celle qui consiste à placer l'œil à une distance infinie; de manière que tous les rayons visuels soient parallèles; nous en parlerons aussi ailleurs. Guido Eubaldus en a donné la démonstration dans son ouvrage intitulé *planisphæriorum universalium Theoria*, imprimé à Cologne en 1581.

§. X.

JEAN HOMELIUS, né en 1518, mort en 1562, enseigna les mathématiques & l'astronomie avec succès à Leipzig; ses connoissances le firent estimer de l'Empereur Charles V. Mais ce qui le rend plus recommandable, c'est qu'il

Vvvv ij

fit des observations, & entr'autres celle de la hauteur du pôle de Leipzig, qui fut approuvée par Tycho. Il étoit, si l'on peut s'exprimer ainsi, l'aïeul; en fait de doctrine, de ce célèbre astronôme. Scultetus, disciple d'Homélius, fut le maître de Tycho. Homélius n'a rien imprimé, il a laissé seulement une gnomonique manuscrite.

Nous avons dit que les observations les plus suivies & les plus utiles qui aient été faites avant Tycho, le furent à Cassel par le Landgrave Guillaume IV, aidé de Christophe Rothman & de juste Birge. La plupart de ces observations avoient pour objet d'établir les lieux du soleil & des étoiles. Snellius en a publié une partie à Leyde en 1618 sous ce titre; *cali & siderum in eo errantium Observationes hassiacæ, illustrissimæ principis Guillelmi Hassiacæ Landgravii auspiciis quondam institutæ; & specilegium biennale ex observationibus bohemicis Tychonis-Brahe: quibus accefferunt J. Regiomontani & Bern. Waltheri Observationes norimbergæ*. Le catalogue où les positions des étoiles fixes ont été imprimées dans le catalogue britannique de Flamsteed; mais les observations originales & nombreuses dont Snellius n'a donné qu'un extrait, existent encore en manuscrit à Cassel. M. l'abbé de la Caille en a obtenu une copie qu'il a déposée à Paris dans la bibliothèque de l'Académie des sciences.

§. XI.

Nous avons rendu compte des découvertes de Tycho: nous allons ajouter ici quelques détails. Dès qu'il eût reconnu l'effet de la réfraction sur les observations astronomiques, il en conclut que l'obliquité de l'écliptique observée par la distance des tropiques, étoit défectueuse; dans nos zones tempérées, le soleil est toujours bas au solstice d'hiver, & la réfraction très-sensible. Il pensa que la meilleure méthode étoit de bien déterminer la hauteur du pôle, & ensuite d'observer la hauteur méridienne du soleil au solstice d'été, pour de leur différence conclure l'obliquité. C'est ainsi qu'il la trouva de $23^{\circ} 31 \frac{1}{2}$ (a).

Copernic avoit pensé que la première connoissance fondamentale en astronomie, étoit celle du lieu des étoiles. Tycho pense qu'il faut commencer par le soleil; les étoiles n'ont que le premier rang après lui. Un des premiers soins de Tycho fut donc de vérifier & d'établir de nouveau

(a) *Progymnasmatæ astronomiæ insauratæ*, édition de 1648, Part. I, p. 6.

la théorie du soleil : il trouva l'excentricité de 2 parties $9\frac{1}{2}$, le rayon en contenant 60 ; l'apogée dans $50\frac{1}{4}$ de l'Ecrevisse (a). Selon Tycho, l'excentricité du soleil étoit variable comme le lieu de son apogée. Cette excentricité avoit toujours diminué depuis Hypparque. Copernic l'avoit cependant trouvée plus petite que Tycho ; mais celui-ci pense avec raison qu'elle n'avoit pu augmenter si sensiblement en si peu de tems (b). Il remarque que Copernic s'étoit trompé de $2'\frac{1}{4}$ dans la hauteur du pôle de Fruemberg, & il envoya un de ses élèves exprès pour la vérifier (c). Par la comparaison de ces observations avec celles de Waltherus, il trouva l'année sidérale de $365^j 6^h 9' 26''\frac{1}{4}$, & l'année civile ou tropique de $365^j 5^h 48' 45''$, précisément comme on la trouve aujourd'hui. En conséquence de ces élémens il dressa des tables du soleil. Il construisit pour cet astre une table de réfraction, qui étoit de $34'$ à l'horizon, & qui cessoit à 45° , suivant son opinion. Il donne aussi l'équation du tems. Si Tycho en admit une particulière pour la lune ; il avoit été trompé par les observations ; il paroît qu'il revint de cette idée par le conseil de Longomontanus. Il se borne à réduire en tems la différence entre l'ascension droite du lieu vrai du soleil, & sa longitude vraie, c'est-à-dire, qu'il n'employoit qu'une partie de l'équation du tems. Il y avoit alors des astronomes, tels que Christman, Vitichius & G. Vendelinus, qui ne croyoient pas que l'équation du tems dût être employée. Les uns disoient qu'elle n'étoit pas sensible, les autres que les deux parties se compensoient & se détruisoient (d).

Tycho a trouvé le diamètre du soleil apogée de $30'$ environ, & dans le périégée de $32'$; la distance moyenne de cet astre 1150 demi-diamètres terrestres ; & ce qui est curieux, c'est que cette distance, qui ne diffère pas beaucoup de celle de Ptolémée, lui ayant paru confirmée par les observations des éclipses, il ne se détermina pourtant à l'admettre que par je ne sais quelle symétrie des corps célestes, & par amour pour les propriétés platoniques & pythagoriques des nombres. Il trouva dans un livre publié en Allemagne par un certain Offusius, que conformément à ces propriétés la distance du soleil étoit de 576 diamètres, & par conséquent de 1152 demi-diamètres ; & pour ne pas paroître avoir un attachement trop superstitieux à ces choses, il ne la posa que de 1150 (e).

(a) *Progymnasmata astron.* in 8^{av}, P. I, p. 12.
(b) *Ibid.* p. 14.

(c) *Ibid.* p. 15.
(d) Riccioli *Almag.* Tom. I, p. 179.
(e) Tycho, *loco cit.* p. 296.

§. XII.

TYCHO, pour expliquer les deux inégalités de la lune, admit, comme Copernic, deux épicycles & le centre de l'excentrique mobile sur un petit cercle; il établit ces inégalités de $4^{\circ} 58'$ & de $7^{\circ} 28'$ (a). Jusqu'à lui on avoit connu le mouvement des nœuds de la lune, qui s'accomplit à peu près en dix-neuf ans : mais on avoit cru que l'inclinaison étoit constamment de 5° . Albategnius, Alphonse, Copernic n'avoient rien fait de plus à cet égard que Ptolémée. Tycho s'aperçut le premier qu'elle étoit variable : il la trouva dans les sizigies de $4^{\circ} 58' 30''$, & dans les quadratures de $5^{\circ} 17' 30''$; il s'aperçut aussi que les nœuds ne se mouvoient pas uniformément. Ce sont deux découvertes importantes. Il eut l'idée ingénieuse de représenter ces variations par un seul mouvement du pôle de l'orbite lunaire dans un petit cercle. Il établit l'inclinaison moyenne de la lune de $5^{\circ} 8'$; ce qui est très-exact. Le petit cercle occupe dans le ciel par son diamètre un espace de $19'$ ou par son rayon de $9' 30''$. Lorsque le pôle de l'orbite lunaire parcourant le petit cercle, se trouve dans un diamètre perpendiculaire à l'écliptique, l'inclinaison est augmentée ou diminuée de la quantité du rayon du petit cercle; elle est ou de $5^{\circ} 17' 30''$, ou de $4^{\circ} 58' 30''$. Lorsque le pôle est dans un diamètre parallèle à l'écliptique, l'inclinaison n'est point affectée, elle reste dans sa quantité moyenne de $5^{\circ} 8'$; mais cette position du pôle influe sur celle du nœud; il est assujetti à une oscillation, à un balancement qui va jusqu'à $1^{\circ} 46'$ (b). On déduisoit par le calcul les positions intermédiaires du nœud, & la quantité de l'inclinaison : on en dressoit des tables pour corriger les quantités moyennes. Ptolémée, nous l'avons dit, avoit aperçu la réduction à l'écliptique pour la lune; mais nous croyons que Tycho est le premier qui l'ait employée. Il fait la plus grande de $6''$ (c).

§. XIII.

TYCHO établit que le soleil étoit 140 fois plus gros que la terre, & le demi-diamètre de la lune à celui de notre globe comme 2 à 7, ou les solidités comme 1 à 42 (d). On n'avoit pas fait sur tout cela un pas depuis Hypparque.

Nous placerons ici les diamètres des cinq autres planètes, mesurés &

(a) *Prolegomena*, Part. I, p. 70.

(b) *Ibid.* p. 81.

(c) *Ibid.* p. 94.

(d) *Ibid.* 297.

estimés par Albategnius, par Alfergan & par Tycho. Ces estimations sont bien loin d'être exactes, mais elles montrent l'état des connoissances.

Ces diamètres & ces solidités sont comparés au diamètre & à la solidité de la terre.

	<i>Rapport des diamètres.</i>	<i>Rapport des solidités.</i>
Merc., par Albat.	comme 1 à 27. . ou	19000 fois plus petit.
Alfer.	1 à 28. . ou	22000 fois plus petit.
Tycho.	3 à 8. . ou	19 fois plus petit.
Vénus, par Albat.	3 à 10. . ou	37 fois plus petit.
Alfer.	{ 3 à 9. . ou	28 } fois plus petit.
	{ 3 à 10. . ou	
Tycho.	6 à 11. . ou	6 fois plus petit.
Mars, par Albat.	7 à 6. . ou	1 fois $\frac{1}{2}$ aussi grand.
Alfer.	de même.	
Tycho.	25 à 60. . ou	13 fois plus petit.
Jupiter, par Albat.	30 à 7. . ou	81 fois plus grand.
Alfer.	32 à 7. . ou	95 fois plus grand.
Tycho.	12 à 5. . ou	14 fois plus grand.
Satur., par Albat.	17 à 4. . ou	79 fois plus grand.
Alfer.	18 à 4. . ou	91 fois plus grand.
Tycho.	31 à 11. . ou	22 fois plus grand(a).

Il faut remarquer que ces trois astronomes sont les premiers qui se soient occupés des grandeurs des petites planètes. Hypparque & Ptolémée n'ont déterminé que celles du soleil & de la lune ; ce qui montre, pour le dire en passant, que les Arabes avoient des instrumens bien supérieurs à ceux d'Alexandrie, puisqu'ils ont tenté de mesurer la petite quantité apparente de ces diamètres. On peut donc croire à la grandeur de ces instrumens, puisque cette grandeur faisoit sans doute leur supériorité.

§. X I V.

Les mêmes astronomes essayèrent de mesurer la grandeur des étoiles. Albategnius supposa que la sphere des fixes étoit éloignée de 19000 demi-diamètres terrestres, 500 au delà de l'orbite de Saturne. Tycho, commence comme lui, par calculer la plus grande distance de Saturne dans son système,

(a) Tycho, *Progymnasmata*, Part. I, p. 294 & 298.

parce que les étoiles sont certainement au-delà. Il trouve que cette distance est de 12300 demi-diamètres terrestres ; il assigne en conséquence à la sphère des fixes un éloignement de 14000 de ces demi-diamètres. Dans l'erreur de ces hypothèses & de ces calculs, il croyoit la placer au-delà de Saturne, & il la plaçoit presque une fois plus près que le Soleil. Dans la table suivante, les étoiles sont comparées à la terre.

ÉTOILES, 1 ^{re} gr.	Rapport des diamètres.	Rapport des solidités.
Albat.	19 à 4	102 fois plus grandes.
Alferg.	19 à 4	107 fois plus grandes.
Tycho.	52 à 13	68 fois plus grandes.
2 ^e gr. Alferg. . . . .	. . . . .	90 fois plus grandes.
Tycho.	55 à 18	28 fois $\frac{1}{2}$ plus grandes.
3 ^e gr. Alferg. . . . .	. . . . .	72 fois plus grandes.
Tycho.	20 à 9	11 fois plus grandes.
4 ^e gr. Alferg. . . . .	. . . . .	54 fois plus grandes.
Tycho.	3 à 2	3 fois $\frac{1}{2}$ plus grandes.
5 ^e gr. Alferg. . . . .	. . . . .	36 fois plus grandes.
Tycho.	50 à 49	2 fois $\frac{1}{18}$ plus grandes.
6 ^e gr. Albat. . . . .	. . . . .	16 fois plus grandes.
Alferg. . . . .	. . . . .	18 fois plus grandes.
Tycho.	15 à 21	3 fois plus petites (a).

Tycho trouva que le diamètre de la nouvelle étoile de 1572 étoit au diamètre de la terre comme $7\frac{1}{2}$ à 1, & les solidités comme 360 à 1.

Thomas Diggesius, Anglois, pensa que cette étoile pouvoit décider la question, si la terre se mouvoit ou non, parce que, disoit-il, si sa grandeur & son éclat varient dans l'intervalle de six mois, ce sera l'effet du mouvement de la terre, qui s'en sera approchée ou éloignée. Mais Tycho lui répondit qu'il devoit y avoir alors dans la position de l'étoile une parallaxe annuelle, comme il y en a dans les planètes, & il avoit raison (b). Diggesius & Thadée Hagecius avoient résolu plusieurs problèmes pour trouver la parallaxe d'un astre ; c'étoit un développement de la méthode de Regiomontanus. Tycho remarque que cette méthode & ces problèmes étoient sans usage, parce qu'ils ne pouvoient s'appliquer qu'à des astres qui n'ont point de mouvement

(a) *Progymn.* Part. I, p. 294 & 391.

(b) *Ibidem*, p. 392 & 395.

propre ; ce sont précisément ceux-là qui ont une parallaxe , les autres n'en ont pas (a).

§. X V.

Tycho pensoit que le rayon astronomique , quelque parfait qu'il fût ; ne pouvoit donner les grandes distances à 1' près. Il paroît que la vérification des instrumens , qui mesuroient alors les distances , étoit de choisir quelques étoiles zodiacales qui enfermassent tout le circuit du ciel , de mesurer leurs distances mutuelles , & de voir si les différences de longitude étoient par leur somme égales à 360° ; le plus ou le moins , divisé par le nombre des observations , indiquoit l'erreur de l'instrument. Tycho en 1569 étant à Augsbourg , eut pour amis J. B. & Paul Hainzelius , Sénateurs savans & fort curieux d'astronomie. Il y rencontra des ouvriers , & médita sur la construction d'un quart de cercle , qui donnât au moins chaque minute de degré. Paul Hainzelius se chargea de tous les frais , & Tycho lui fit construire un quart de cercle de bois , qui avoit 14 coudées de rayon , & qui fut placé dans la maison du sénateur au village de Gekainga. Tycho fit plus qu'il ne s'étoit promis. Ce quart de cercle fut divisé de 10 en 10" (b). En 1572 il ne faisoit encore usage pour ses observations , que du rayon astronomique. La nouvelle étoile dont il vouloit déterminer exactement la position , le fit songer à se procurer un meilleur instrument ; il fit construire un sextant d'un bois vieux & dur , qui n'étoit composé que de deux rayons mobiles sur un centre & garnis de pinnules , auquel il ajoutoit différens arcs ou différens limbes de cuivre , suivant l'étendue des distances qu'il vouloit mesurer. Ces rayons longs de quatre coudées , se rapprochoient l'un de l'autre au moyen d'une vis. A la distance du centre d'environ un tiers du rayon étoit un arc placé à demeure sur lequel rouloit le rayon mobile , & dont l'usage étoit de maintenir le plus exactement possible , les deux rayons dans le même plan (c).

Ce mouvement , par le moyen d'une vis , étoit plus doux que celui qui s'exécute à la main en glissant , & qui s'arrête par le frottement. Il peut avoir donné l'idée de nos vis de rappel. Tycho en étoit si content qu'il le fit appliquer à un quart de cercle dont l'alidade , mue verticalement par cette vis , servoit à prendre les hauteurs (d). L'usage de cet instrument

(a) *Progymn.* Part. I, p. 322 & 397.

(b) Tycho , *Mechanica astron. instaurata*.

Tome I.

(c) *Progymn.* Part. I, p. 244 & 250.

(d) *Mechanica astron. instaur.*

Xxxx

étoit nouveau. Nous parlerons plus bas des instrumens de Tycho en général.

§. XXI.

THADÉE HAGECRUS paroît avoir donné une méthode remarquable ; c'est celle de trouver la longitude & la latitude d'un astre , étant donnée sa déclinaison , ou sa hauteur méridienne , avec le point de l'équateur , qui passe au méridien au moment de l'observation. Il est évident que c'est avoir son ascension droite & sa déclinaison (a). D'ailleurs , ayant le point de l'équateur qui passoit au méridien avec le soleil , la différence de ces deux points donne l'heure de l'observation. Cette méthode attendoit les progrès de l'horlogerie : ce qui arrêtoit ceux de l'astronomie , c'étoient les défauts de la mesure des tems. Tycho les passe en revue , & il est essentiel de les remarquer avec lui pour constater l'état de la science. Les horloges marquoient les heures , les minutes , les secondes régulièrement en apparence ; mais Tycho remarque qu'elles sont sujettes à varier par les changemens de l'air & des vents ; c'est ce qui l'engagea , comme nous l'avons dit , à faire des clepsidres à mercure : en général les horloges étoient trop mal travaillées , trop peu exactes , quand il s'agissoit d'avoir un tems précis. La méthode de la hauteur observée d'une étoile demandoit que le lieu de l'étoile & du soleil fussent connus exactement par les tables. Elle demandoit encore que la hauteur fût observée avec exactitude , & les instrumens ordinaires de ce tems s'écartoient encore de quelques minutes. Ces trois sources d'erreur ne permettoient aucune précision dans une méthode très-précise par elle-même. Il est vrai que l'erreur dans la hauteur observée influe d'autant moins sur le tems , que l'astre monte ou descend plus vite , & que la hauteur augmente ou diminue plus sensiblement ; ainsi vers l'horizon la méthode seroit exacte à cet égard , s'il n'y avoit pas l'incertitude des réfractions. Toute méthode , qui employoit alors le tems , étoit donc défectueuse , puisqu'une minute d'erreur produisoit un quart de degré sur l'ascension droite ; & qu'il falloit répondre de l'observation à 10" pour avoir cette ascension droite à 2 ou 3' près. La ligne méridienne ne pouvoit être décrite assez exactement par le soleil , ni par les étoiles , à moins qu'on n'employât les étoiles circompolaires ; idée qui appartient à Tycho , & qui n'étoit venue à personne avant lui. Il ne parle point des hauteurs égales avant &

(a) *Progymnasmata* , Part. I, p. 323,

après midi. On en doit conclure, ce semble, que cette méthode, si antique dans l'Asie, n'étoit pas alors connue des Européens. Mais pour tout dire, il faut avouer que la méthode orientale n'est pas susceptible de plus d'exactitude que celle dont Tycho parle ici : elle n'est devenue très-exacte que lorsqu'on a pu employer des horloges, qui ne varient pas sensiblement dans l'intervalle des observations. Quelque légère différence qu'il y ait dans la position de la ligne méridienne, elle influe presque toute entière sur l'ascension droite (a).

§. XVII.

UN des premiers travaux de Tycho fut la restitution du lieu des étoiles. Nous avons dit qu'il se servoit de Vénus pour faire l'observation intermédiaire ; il prenoit la distance de cette planète au soleil par le moyen de son sextant. Il falloit deux observateurs dont le premier visât à Vénus par la pinnule, & l'autre au soleil par l'ombre du cylindre (b). On changeoit les alidades, & on remesuroit cette distance plusieurs fois ; on prenoit en même tems la hauteur des deux astres ; on marquoit leurs azimuths, leur déclinaison par les armilles équatoriales, & leurs hauteurs méridiennes, quand cela étoit possible (c). Tycho introduisit dans le calcul les parallaxes du Soleil & de Vénus, mais il en résulte que tous ces calculs sont faux parce qu'il employoit des parallaxes trop grandes, celle du Soleil étoit de $3' 7''$. Quand le Soleil descendu sous l'horizon, permettoit de voir les étoiles, on mesuroit la distance de Vénus à quelques-unes des plus belles, comme on avoit mesuré celle de la planète au Soleil ; on marquoit les tems pour pouvoir tenir compte du mouvement de Vénus dans l'intervalle.

Il chercha par cette méthode l'ascension droite de la Claire du Bélier, & quand il n'employa que des observations faites le soir, il trouva un assez grand accord, parce que la parallaxe agissoit toujours de même. Trois observations qu'il cite, ne diffèrent que de $14''$ (d). Mais il avoit sans doute quelque scrupule sur ces parallaxes ; il imagina de faire des observations semblables dans les digressions matutinales de Vénus. La parallaxe aggrandit toujours les distances ; mais selon que ces distances étoient ajoutées à l'ascension droite du Soleil, ou qu'elles en étoient retranchées pour obtenir la position de Vénus, & ensuite celle de l'étoile, l'effet de la parallaxe

(a) Tycho, *Progymn.* Part. I, p. 324.(b) *Ibid.*, p. 719.(c) *Progymn.* Part. I, p. 111.(d) *Ibid.* p. 137.

étoit appliqué différemment, tantôt ajouté, tantôt retranché; aussi dans cette comparaison y eut-il des résultats qui différoient quelquefois de 8'. Il prit un milieu, & alors une suite de quinze de ces milieux pris dans un nombre beaucoup plus grand, s'accorde de manière que la plus grande différence est de 40"; ce qui porte à croire que cette méthode, inventée par lui, rectifioit en effet ce que ses parallaxes avoient de défectueux (a).

Il partage ensuite tout le zodiaque par quatre étoiles, & ayant mesuré leur distance mutuelle, il en déduit, au moyen de leur déclinaison connue & observée à part, leur différence d'ascension droite (b). Il fait le même partage par six étoiles, ensuite par huit; & comme la Claire du Bélier est une de ces étoiles, en même tems qu'il a les différences ascensionnelles, il a les ascensions droites absolues, & ensuite les longitudes & les latitudes (c). Nous pensons que cette méthode avoit l'avantage de servir de vérification: comme ces étoiles embrassoient le circuit du zodiaque, la somme des différences devoit faire 360°. Tycho rétablit de même le lieu d'une belle étoile de chaque constellation, lequel lui sert à trouver tous les autres (d). C'est ainsi que Tycho forma son catalogue, qui contient 777 étoiles, dont les positions sont réduites au premier Janvier 1600 (e). Kepler, dans les Tables rudolphines en donne 280 de plus établies sans doute sur les observations manuscrites de Tycho (f).

§. XVIII.

Ces recherches sur les étoiles conduisirent Tycho à comparer les positions actuelles des étoiles aux positions déterminées dans l'école d'Alexandrie. La comparaison des longitudes lui donna le mouvement des étoiles en longitude, ou la rétrogradation des points équinoxiaux: mais il s'aperçut, comme nous l'avons dit, que les latitudes avoient changé depuis Ptolémée. Il ne s'en rapporta pas aux latitudes marquées par cet astronôme; au moyen de la précession connue des équinoxes, il déduisit de la longitude présente des étoiles celles qu'elles devoient avoir alors, & prenant les déclinaisons observées par Tymocharis, il conclut de ces deux élémens la latitude de ces étoiles. Tycho, après avoir examiné ainsi différentes latitudes déduites des observations de Tymocharis, d'Hypparque & de Ptolémée, après les avoir comparées

(a) Tycho, *Progymn.* v. I, p. 118 & 137.

(b) *Ibid.* p. 138.

(c) *Ibid.* p. 149.

(d) *Ibid.* p. 158.

(e) *Ibid.* p. 179.

(f) M. de la Lande, *Astr. art.* 719.

aux siennes, reconnu qu'elles avoient changé à peu près & à proportion du changement de l'obliquité de l'écliptique, il falloit nécessairement que l'écliptique se fût abaissée de 20', ou bien que les anciens se fussent trompés de toute cette quantité dans la détermination de l'obliquité de l'écliptique. Mais comme il est impossible que trois observateurs célèbres, Eratosthenes, Hypparque & Ptolémée aient commis tous trois la même erreur de 20', il est porté à croire que c'est la latitude des étoiles qui a changé, ou plutôt l'obliquité de l'écliptique qui est diminuée (a).

§. X I X.

TYCHO, en se félicitant d'être le premier moderne qui ait entrepris un nouveau catalogue des fixes, parle des étoiles observées par le Landgrave & par ses coopérateurs. Il remarque que les lieux des étoiles du prince avançaient de 5 à 6 minutes sur les siens; il attribue ces erreurs tant dans les longitudes que dans les latitudes, à ce que le Landgrave avoit négligé les réfractions, d'autant plus nécessaires à employer, qu'il s'étoit servi de la méthode des hauteurs & des azimuths, avec le tems du passage des étoiles dans ces cercles, pour déterminer leur position dans le ciel; méthode que Tycho avoit rejetée comme mauvaise, & il s'étonne qu'on ait encore approché de si près du but par des moyens si défectueux; mais c'est que les défauts & les erreurs avoient sans doute été compensés par le nombre des observations (b). On voit par les ascensions droites de l'étoile nouvelle, observées par le Landgrave (c), combien la méthode étoit mauvaise, puisqu'elles diffèrent quelquefois de plus de 2°. Une erreur, si petite qu'elle soit sur le tems, dit Tycho, se multiplie: 4' de tems font 1°; une erreur de 4' étoit donc alors une erreur possible. On peut concevoir par là qu'elle étoit l'irrégularité des horloges. Ces observations sont le premier exemple où la différence des tems ait donné la différence des ascensions droites.

§. X X.

TYCHO aperçut la comète de 1577 le 13 Novembre au soir, vers le couchant. Cette comète parut jusqu'à la fin de Janvier de l'an 1578. Tycho se servoit alors, pour trouver la position des astres, de la méthode d'observer leur hauteur méridienne, d'où l'on conclut leur déclinaison & leur ascension droite par le tems écoulé entre leur passage au méridien & le moment

(a) Tycho, *Progymnasmata*, Part. I, p. 171.

(b) *Ibid.* p. 210 & 307.

(c) *Ibid.* p. 312.

de midi; mais quoique ces horloges fussent bonnes, & sans doute les meilleures que l'on eût alors, cependant elles n'étoient pas assez exactes pour une méthode où 4" d'erreur sur le tems produisent 1' (a). Tycho préféra ensuite la méthode des distances. Voici quelle étoit la marche des horloges de Tycho; il en avoit une grande & une petite; le 22 Février 1582 la grande avançoit de 5' 20", le 23 de 7', le 24 de 6' 30", le 26 de 0' 48", le 27 elle retardoit de 2' 42", le 28 de 0' 50"; la petite le 23 retardoit de 3', le 24 de 10' (b).

Après avoir établi les positions de la comète, Tycho cherche l'inclinaison de sa route à l'égard de l'écliptique & de l'équateur, & les points où cette orbite coupe ces cercles. Deux observations de longitude & de latitude lui parurent suffisantes pour déterminer ces deux choses; mais ses déterminations étoient aussi fausses que le furent jadis celles des planètes, parce qu'il considéroit la terre comme le centre des mouvemens. Une médiocre inclinaison à l'écliptique, une petite latitude pouvoient paroître très-grandes, lorsque la terre étoit près de la comète. Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'il trouve cependant assez d'accord dans un grand nombre de déterminations établies sur différentes observations (c).

Tycho ne trouva point de parallaxe à cette comète. Thadée Hagecius que nous avons déjà cité, donnoit à cette comète une parallaxe de 5° (d). Nolthius lui en trouvoit une de près de 6° (e); ce qui fait voir comme on observoit alors. Beaucoup d'autres savans la croyoient aussi sublunaire; Tycho s'est donné la peine de leur répondre à tous (f). L'avantage de Tycho sur eux, c'est qu'il avoit de meilleurs instrumens, & sur-tout plus de constance & de sagacité.

§. XXXI.

UN des premiers instrumens de Tycho fut le sextant. La division du limbe étoit par transversales, & c'est la première fois qu'il en est question dans cette histoire. Tycho nous apprend qu'on s'en servoit avant lui pour diviser les fleches des arbalestrilles ou bâtons de Jacob. Elle tire son origine de l'échelle géométrique. Tycho ne s'en étoit pas encore servi en 1572; il la tenoit d'un professeur de Leipzig nommé Homélius (g). L'instrument

(a) Tycho, *Progymnasmata*, part. II, p. 23.

(b) *Tychonis Historia cœlestis*.

(c) *Progymn.*, Part. II, p. 46.

(d) *Ibid* p. 165.

(e) *Ibid*. p. 198.

(f) *Ibid*. p. 266.

(g) *Ibid*. Part. I, p. 493.

(fig. 45) dirigé dans le plan de deux étoiles, étoit étayé par deux bâtons qui servoient à l'appuyer. Il portoit à son centre un cylindre percé d'une fente, & une alidade mobile garnie d'une pinnule à son extrémité. On s'en servoit pour pointer à une étoile, & lorsqu'on observoit le soleil, on employoit sans doute l'ombre du cylindre projetée sur le limbe. Sur le rayon du sextant étoit une autre alidade fixe, également garnie de pinnules, par laquelle, & par la fente du cylindre, on visoit à une autre étoile. Deux observateurs observent à la fois pour une même distance, & lorsque cette distance étoit fort petite, comme les deux observateurs auroient été trop près & se feroient gênés, il y avoit sur l'alidade fixe, & dans la longueur du rayon, un second cylindre percé d'une fente, lequel servoit à viser à une des étoiles au moyen d'une pinnule mobile le long du limbe : cette pinnule mobile n'est pas représentée sur la figure, mais il est aisé de l'imaginer au point du limbe qu'on voudra. Les deux observateurs visent donc par deux centres différens : c'est comme s'ils s'étoient servi de deux sextans ; ils étoient suffisamment éloignés, la même division du limbe servoit pour les deux mesures au moyen d'une réduction (a).

§. XXI I.

Jusqu'à Copernic les pinnules avoient été percées d'un trou ; mais Tycho remarqua que pour voir facilement une étoile, il falloit que le trou de la pinnule antérieure fût plus ouvert que celui de la pinnule où l'œil est placé. Alors il est difficile de juger si l'étoile occupe le centre ou le bord de ce trou ; & comme il ne laisse pas d'occuper un certain espace dans le ciel, il en résulteroit beaucoup d'incertitude sur l'observation. Tycho y substitua des fentes, qui par leur longueur donnoient assez de lumière pour appercevoir l'étoile, & qui ayant peu de largeur causoient moins d'incertitude. Nous croyons que lorsqu'il vouloit observer une hauteur, la fente étoit horizontale, & en conséquence il étoit assuré que l'étoile étoit à la hauteur marquée par l'instrument. Lorsqu'au contraire il vouloit observer un passage par un méridien, ou par un vertical, la fente étoit perpendiculaire. Les pinnules de son mural avoient quatre fentes parallèles, formant un carré auquel répondoient les quatre fentes pareilles de la pinnule logée dans le trou du mur ; la supérieure & l'inférieure servoient lorsqu'on observoit simplement la hauteur ; les deux verticales servoient sans doute pour le

(a) *Progygnasmata*, Part. I, p. 174.

passage au méridien ; du moins c'est ainsi que nous avons conçu cette disposition ingénieuse (a).

Nous avons parlé du sextant composé de deux rayons mobiles , qui exigeoit deux observateurs. Tycho en imagina un (fig. 46) composé de deux alidades mobiles , qui se rapprochoient par le moyen d'une vis , & pour lequel il ne falloit qu'un observateur. Dans les sextans dont nous avons parlé jusqu'ici , l'œil est placé à la circonférence , & l'on mesure l'angle qui est opposé par son sommet à celui que les rayons des deux astres forment au centre de l'instrument ; ici l'œil est placé au centre , les deux rayons s'ouvrent comme les pointes d'une pince , ou les branches d'un compas , pour saisir la distance des deux astres.

L'*arcus bipartitus* (fig. 44) , ou l'arc partagé en deux , est encore un instrument de l'invention de Tycho ; il sert à mesurer les petites distances , afin de laisser un intervalle convenable entre les deux observateurs. Ce sont deux arcs d'un rayon égal , mais qui ont des centres différens ; ils sont placés de suite , avec une pinnule à chacun de ces centres : une autre est mobile sur chaque circonférence , & chaque observateur observe de son côté la distance de l'un des deux astres à la ligne de foi de l'instrument prolongée dans le ciel ; la somme des deux distances observées à cette ligne est la distance des deux astres. Cet instrument est ingénieux , la vérification en est facile ; car les deux observateurs pointant au même astre , doivent trouver chacun leur pinnule sur le premier point de la division de leurs arcs respectifs. Remarquons que comme Tycho est le créateur des instrumens modernes , il est le premier , ou un des premiers , qui se soient occupés de leur vérification.

§. XXXIII. •

TYCHO avoit plusieurs quarts de cercle. Cet instrument , dont on ne connoît point , ce semble , l'inventeur , est réellement un quart de cercle (fig. 40) , terminé par deux rayons fixes. Un fil à plomb suspendu le long d'un de ces rayons sert à le maintenir dans la position verticale , tandis que l'autre est horizontal ; une alidade mobile parcourant le limbe , mesure la hauteur des astres , en s'écartant du rayon horizontal , ou leur distance au zénith , si on rapporte sa position au rayon vertical. Le premier quart de cercle de Tycho portoit la division de Nonnius ; & Tycho remarque à

(a) *Mechanica astron. inflaur.*

cette occasion qu'il est peu croyable que cette division ait été employée par Ptolémée, comme Nounius l'a avancé dans son traité *de Crepusculis*. Tycho avoit un second quart de cercle où étoient réunies la division par transversales & celle de Nonnius. Le pied de cet instrument, en tournant horizontalement, portoit un index qui aboutissoit à un cercle horizontal pareillement divisé. Avec cet instrument, on observoit à la fois la hauteur & l'azimuth des astres.

Le quart de cercle mural (*fig. 41*) est encore une invention de Tycho. Comme il savoit que la solidité des instrumens est la base de l'exactitude des observations, il imagina d'attacher fixement un quart de cercle contre un mur; les pinnules étoient mobiles verticalement le long du limbe, pour observer la hauteur des astres dans le méridien. Par-là Tycho étoit assuré de les observer toujours dans le même plan. Ce mural avoit près de cinq coudées de rayon; chaque degré étoit divisé non seulement en minutes mais de 10 en 10": les intervalles étoient même assez sensibles pour en estimer la moitié, c'est-à-dire, 5"; mais il faut croire que cette dernière division en 10" étoit opérée par les transversales; car 10" ne répondent qu'à $\frac{1}{10}$ de ligne sur un rayon d'environ 7 pieds $\frac{1}{2}$: or $\frac{1}{10}$ de ligne, encore moins $\frac{1}{10}$ n'est pas aisé à distinguer.

§. XXXIV.

Tycho, dans la belle collection d'instrumens qu'il avoit formée, n'avoit point oublié les instrumens anciens. Il avoit fait construire des regles parallactiques (*fig. 42*) comme celles de Ptolémée, & à l'imitation de celles de Copernic, qui lui avoient été envoyées en présent. Dans cet instrument les angles de la distance au zénith sont mesurés par leurs cordes, & on a les angles au moyen des tables de ces cordes. Tycho y ajouta une perfection; c'est le mouvement horizontal par lequel l'instrument devient propre à observer les azimuths.

Tycho avoit aussi des armilles zodiacales & équatoriales; mais au lieu que les anciens réunissoient tous ces cercles dans un seul instrument, il les avoit séparés pour plus de commodité; elles n'ont rien de particulier que la manière dont on y observoit. Il falloit deux observateurs; l'un ayant placé une alidade sur le degré qui répondoit au lieu bien connu d'une étoile, visoit pour orienter convenablement l'instrument, pendant que l'autre observateur dirigeoit une seconde alidade à l'astre qu'on vouloit

comparer à l'étoile. Nous avons remarqué sur une figure gravée de l'armille équatoriale (*fig. 43*) qu'elle est calée par quatre vis, comme nous calons aujourd'hui nos instrumens; ce qui peut donner une date de cet usage (a).

Tycho décrit ensuite plusieurs autres petits instrumens, tels que le rayon astronomique, l'anneau astronomique, une armille portative, & l'astrolabe qui avoit été jadis une armille, & qui n'étoit plus alors que le cercle de cuivre divisé, garni d'une alidade & de pinnules pour prendre hauteur.

En général, dans le nombre de ces instrumens, Tycho en avoit de grands & de lourds où il avoit cherché la précision, & d'autres plus petits & plus légers, qu'il avoit voulu rendre plus transportables. Il vouloit avoir des instrumens qui pussent le suivre. Il assure avoir prévu qu'il seroit obligé d'abandonner sa patrie, & il craignoit la troisième septennaire de son séjour dans l'isle d'Huene. Les fondemens de son observatoire avoient été jetés en 1576: le Roi de Danemarck étant mort en 1597, Tycho fut forcé d'abandonner l'isle de ses travaux & de ses études dans la même année.

§. XXXV.

Nous avons tiré le détail de ces instrumens de l'ouvrage intitulé *Mechanica astronomia instaurata*, qui parut peu de tems après sa sortie de Danemarck. Tycho finit cet ouvrage comme le sage doit finir sa journée, & même la vie, qui n'est qu'une journée plus longue, en se rendant compte du bien qu'il a fait & du bien qui reste à faire. Il passe en revue ses travaux & ses déterminations; nous en avons rendu compte. Il souhaite que les Princes envoient des ambassadeurs pour observer les étoiles invisibles sur son horizon. Tycho, en parlant des planetes, observe qu'il a expliqué par une hypothèse à lui, ce que Copernic expliquoit par le mouvement de la terre, & les anciens par les épicycles: mais il ajoute qu'il étoit des gens; & trois des plus notables, qui n'avoient pas rougi de s'attribuer cette hypothèse. Il les épargne en ne les nommant pas; la postérité n'a pas su leurs noms. Au reste le système ne valoit pas ces disputes. Il paroît que Tycho comptoit donner à ses *Progymnasmata* une troisième partie, qui auroit contenu les théories des planetes. Il pense que les 25 années de ses observations fussent pour établir & pour construire des tables: elles renferment les fondemens d'un grand ouvrage, & si sa vie n'est pas assez longue pour ce travail, des

(a) *Progymnasmata*, Part. I, p. 176.

calculateurs suffiront pour l'achever. Ce ne fut pas un calculateur ordinaire ; ce fut Képler qui l'acheva.

§. XXVI.

Les ouvrages de Tycho sont :

- 1°. *Contemplatio mathematica stellæ novæ quæ in fine anni 1572 apparuit. Copenhague 1573. Ce petit ouvrage fut publié par Jean Prætorius. Il est le germe des Progymnasmatum, & il y est inséré p. 354.*
- 2°. *Apologetica responsio ad cujusdam peripatetici in Scotia dubia sibi de parallaxi cometarum opposita. Nuremberg 1591.*
- 3°. *Tychonis-Brahei Epistolarum liber primus. Uranibourg 1596.*
- 4°. *Astronomiæ instauratæ Mechanica. Vandesburgi 1598, Nuremberg 1602.*
- 5°. *Liber de cometâ. 1603.*
- 6°. *Astronomiæ instauratæ Progymnasmatum Uranibourg & Prague 1610. Il n'y a que la première partie ; elle traite de l'étoile de 1572.*
- 7°. *De mundi ætherei recentioribus phenomenis, Progymnasmatum liber secundus. Francfort 1610.*
- 8°. *Tychonis-Brahei Epistolarum astronomicarum libri duo. Francf. 1610.*
- 9°. *Tychonis-Brahei Opera omnia, sive astron. instauratæ Progymnasmatum. Dans les Observations de Cassel, publiées par Snellius, en 1618, on trouve quelques Observations de Tycho, faites à Benatica près de Prague, & à Prague même pendant les années 1599, 1600 & 1601 (a).*
- 10°. *Tychonis-Brahei de disciplinis mathematicis Oratio, in quâ simul astrologia defenditur, & ab objectionibus dissentientium vindicatur. Hambourg, 1621.*
- 11°. *Tychonis-Brahei Opera omnia, sive astronomiæ instauratæ Progymnasmatum & tractatus de mundi ætherei recentioribus phenomenis. Francfort 1648.*
- 12°. *Lucii Baretti (c. à. d. le P. Albert Curtius, Jésuite) Historia cœlestis, ex libris, commentariis, manuscriptis Observationum vicenaliæ Tychonis-Brahei. Ausbourg 1666. Cet ouvrage a été réimprimé à Ausbourg & à Vienne en 1668.*

Les Observations de 1693 manquent dans ce recueil ; elles sont publiées en partie par M. de la Lande dans les mémoires de l'Académie des sciences

(a) *Observationes hassiacæ*, p. 69.

pour 1757, p. 411, & par M. Jeaurat dans les mémoires pour 1763, p. 100. Ces observations avoient été perdues à l'occasion d'une dispute entre Tycho & les observateurs de Cassel sur la parallaxe de Mars. Les manuscrits communiqués disparurent ; Albert Curtius mit à la place les observations faites à Cassel & à Vitemberg la même année, avec un catalogue des étoiles ; construit pour le même tems sur les observations de Cassel. Cependant les manuscrits originaux de Tycho, restés dans les mains de Képler, furent envoyés en Danemark par Louis Képler son fils. Erasme Bartholin en fit une copie rédigée suivant l'ordre des années & des planetes pour la faire imprimer. M. Picard étant en Danemarck en 1671, & voyant qu'on ne songeoit plus à l'impression, obtint ces manuscrits & les apporta en France comme le plus précieux fruit de son voyage. On avoit commencé à les réimprimer lorsque Picard & M. Colbert moururent ; soixante-huit pages seulement furent imprimées, elles vont jusqu'en 1582. M. de la Hire, à qui elles passerent à la mort de Picard, les transcrivit sur l'exemplaire imprimé de l'histoire céleste d'Albert Curtius, qui est dans la bibliotheque de l'Académie. Une copie entiere & collationnée de toutes les observations de Tycho, que M. de l'Isle avoit fait faire sur celle de Bartholin, rapportée par Picard, est actuellement au bureau de la marine à Paris. Ce manuscrit est plus complet que l'histoire céleste d'Albert Curtius ; il contient de plus les observations faites avant 1682, les observations particulieres de 1693, & les observations des cometes que M. Pingré doit insérer dans la Cométographie à laquelle il travaille. M. de la Hire avoit renvoyé en Danemarck les manuscrits de Tycho, où ils doivent être encore (a).

§. XXVII.

DANS le tems qu'on s'occupoit en Italie de la réformation du calendrier ; Ignace Dantes de Pérouse, professeur de mathématiques à Bologne, imagina de se servir du mur méridional de l'église de Sainte Pétrone de cette ville, pour en faire un grand gnomon. Il fit placer à l'extrémité supérieure du mur une lame percée d'un trou, où passioient les rayons du soleil, qui alloient tomber sur le pavé de l'église & y marquer l'image de cet astre, les changemens de ses hauteurs, l'instant des équinoxes & des solstices. Ce gnomon a soixante-sept pieds de hauteur ; il fut établi au mois d'Avril

(a) M. de la Lande, *Astron.* art. 479, 480, 481.

1576 (a). Ce fut là qu'on démontra le changement de l'équinoxe dont on s'occupoit alors. La description de ce gnomon se trouve dans deux ouvrages, l'un de M. Cassini, l'autre de M. Manfredi, avec le grand nombre des observations qui y étoient faites. M. de la Lande en a parlé dans son voyage d'Italie.

§. XXVIII.

MICHEL MÆSTLIN, né à Göpping, dans le duché de Vittemberg, est célèbre, comme ayant été le maître de Képler, mais il mérite de l'être par son savoir & par quelques inventions astronomiques. Il avoit un bon esprit, & ayant saisi les idées philosophiques de Copernic, il fut un des premiers qui adopta son système. Il étoit fortement convaincu de la vérité de l'opinion nouvelle, & étant allé fort jeune en Italie, il eut, dit-on, la gloire d'une grande conversion, en détournant Galilée des idées d'Aristote & des erreurs de Ptolémée (b). Il écrivit sur la comete de 1577 un ouvrage dont Tycho fait l'éloge (c). Nous avons parlé de son hypothese pour l'explication de la route de la comete & de son épicycle elliptique. C'est lui qui a donné la vraie cause de la lumiere foible, qui éclaire le globe de la lune lorsqu'elle éclipse le soleil, & de la lumiere cendrée, qui la fait appercevoir lorsqu'elle est nouvelle. Nous en parlerons à l'article de Képler. Il paroît que Mæstlin fut le premier qui fit usage des battemens d'une horloge pour mesurer de petits intervalles célestes. Il mesura ainsi le diametre du soleil en 1577. Cette horloge frappoit 2528 coups par heure : 146 battemens s'écoulerent pendant le passage du soleil; il en conclut le diametre de 34' 13". L'instrument ne pouvoit pas donner plus d'exactitude, mais la méthode en attendoit un meilleur. Remarquons qu'il a soin de réduire l'arc du parallèle du soleil en arc de grand cercle (d). Mæstlin est encore le premier qui ait fait usage de la chambre noire pour y mesurer l'image du soleil & de la lune, & en conclure les diametres. Comme l'image marche, ainsi que le soleil, ce mouvement empêche qu'on ne puisse prendre facilement avec un compas la largeur de cette image; Mæstlin imagina de tracer sur le papier un certain nombre de cercles concentriques, dont les circonferences, toujours de plus grandes en plus grandes, étoient fort près les unes des autres; il ne s'agissoit plus que de marquer celle qui

(a) Weidler, p. 399.

(b) *Idem*, p. 396.

(c) *Progymn.* Part. I, p. 130.

(d) *Tychonis Hist. æst.* T. I, p. LXXIX.

contenoit exactement l'image du soleil ; il paroît même qu'il se servoit de cette invention pour estimer la quantité des doigts éclipsés. Nous en trouvons la première trace dans l'éclipse de soleil du 25 Février 1579. Cette éclipse nous offre aussi le premier exemple du soin d'observer les hauteurs du soleil en mesurant les doigts éclipsés, afin d'avoir les tems correspondans. Nous croyons par conséquent que cette perfection nouvelle appartient à Mœstlin. En 1584 Tycho observoit la hauteur du soleil diverses fois pendant les progrès ou le décours de l'éclipse, mais il ne marquoit point les doigts, il se contentoit de dessiner une figure, & d'y représenter à peu près la grandeur de la partie éclipsée, ou d'en indiquer le rapport, en disant qu'elle étoit le tiers, le quart du disque (a), & de même dans les éclipses de lune. Mœstlin avoit encore une méthode, mais moins bonne & moins exacte, de mesurer le diamètre du soleil, c'étoit de marquer trois points sur la circonférence de l'image. Ces trois points suffisoient géométriquement pour trouver le centre & la grandeur du diamètre ; mais il résulte du mouvement de l'image, que les trois points appartenoient à des circonférences différentes. Mœstlin avoit encore inventé une espèce d'observation, qui consistoit à mesurer, au moyen d'un petit quart de cercle, l'angle que fait le vertical avec la ligne perpendiculaire à la ligne des cornes. Schikard a fait usage de cette méthode d'observer l'angle du vertical avec la ligne des cornes, soit par un fil à plomb, soit par la direction de cette ligne des cornes à quelque étoile connue (b) : nous en trouvons le premier exemple dans cette même éclipse du 25 Février 1579 (c).

Mœstlin avoit encore deux autres méthodes pour mesurer le diamètre de la lune ; l'une étoit d'observer les distances des deux bords à une même étoile ; l'autre employoit le disque des anciens placé entre l'œil & la lune (d). Mœstlin fut professeur de mathématiques à Tubinge, & sa bonne fortune lui procura cette place, pour lui donner un disciple immortel. Nous aurons occasion de revenir sur Mœstlin, en parlant de Képler.

Ouvrages de Mœstlin :

1°. Ephemerides ab anno 1577 ad annum 1590, ex tabulis prutenicis ad horizontem tubigensem.

(a) *Tychonis Historia cœlestis*, Tome I,
p. 79, 82, 83.
(b) *Ibid.* Tom. II.

(c) *Tychonis Historia cœlestis*, Tome I,
p. LXXXI.
(d) *Ibid.* p. LXXXVI.

ÉCLAIRCISSEMENTS.

129

2°. *Epitome astronomiæ. Heidelberg 1582, 1588, 1610.*

3°. *Examen novi calendarii gregoriani, Tubinge 1583.*

4°. *Alterum Examen, &c. Tubinge 1586.*

Ses Observations sont imprimées sous le titre de Vittemberg dans l'Histoire céleste de Tycho.

Fin du Tome premier.

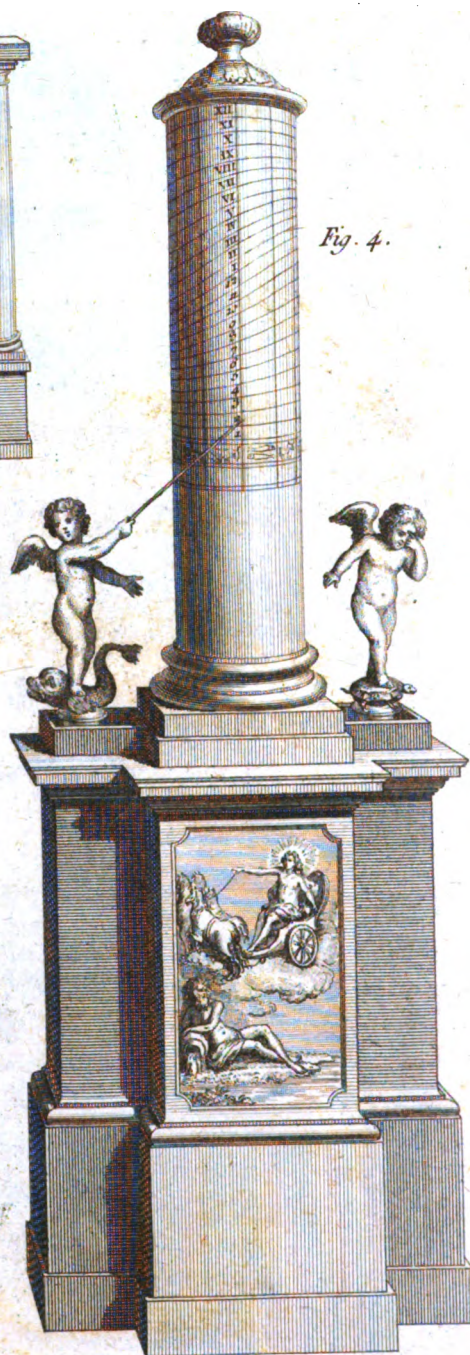
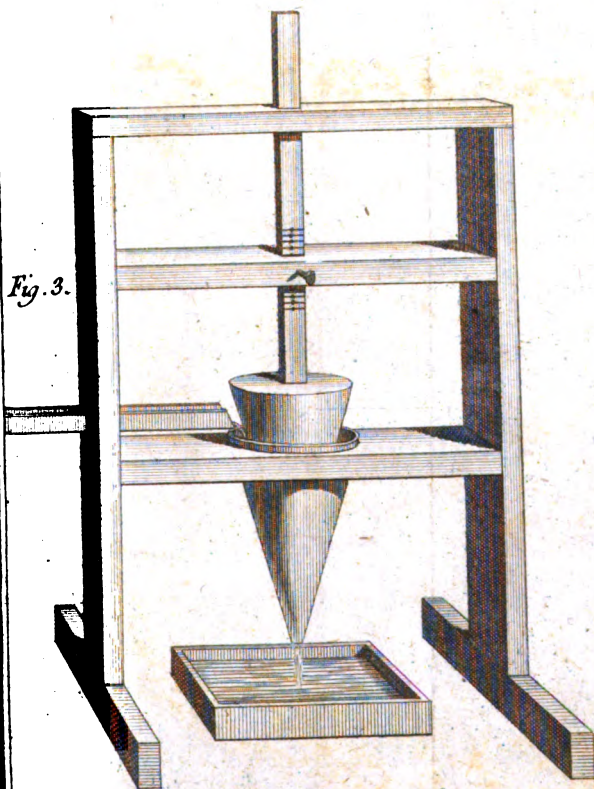
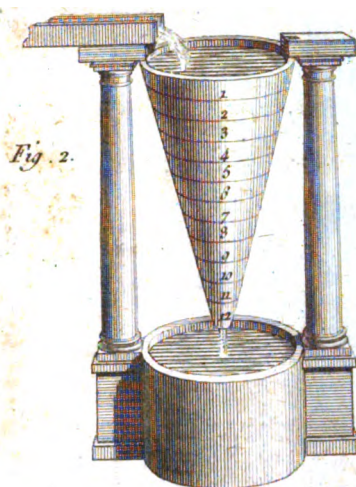
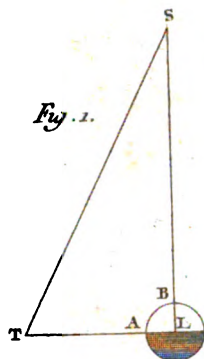
T A B L E

D E S L I V R E S

CONTENUS DANS CE VOLUME.

<i>DISCOURS préliminaire ,</i>	page I.
LIVRE I. <i>De l'Ecole d'Alexandrie & des Astronômes , qui ont précédé Hypparque.</i>	page I.
= II. <i>Des Instrumens dont on a fait usage dans l'Ecole d'Alexandrie.</i>	51.
= III. <i>D'Hypparque & de ses successeurs jusqu'à Ptolémée.</i>	77.
= IV. <i>De la Mesure de la terre par les Anciens , & de leurs Mesures itinéraires.</i>	143.
= V. <i>De Ptolémée & de ses successeurs , jusqu'à la fin de l'Ecole d'Alexandrie.</i>	169.
= VI. <i>Des Arabes , des Persans , & des Tartares modernes.</i>	213.
= VII. <i>De l'Astronomie des Chinois & de celle de quelques autres Peuples.</i>	261.
= VIII. <i>De l'Astronomie d'Europe jusqu'à Copernic.</i>	291.
= IX. <i>De l'Astronomie d'Europe depuis Copernic jusqu'à Tycho.</i>	333.
= X. <i>De Tycho & de la Réformation Grégorienne.</i>	377.
= XI. <i>Discours sur l'Astrologie du tems de Tycho.</i>	425.
= XII. <i>Eclaircissemens , Détails historiques & astronomiques.</i>	443.

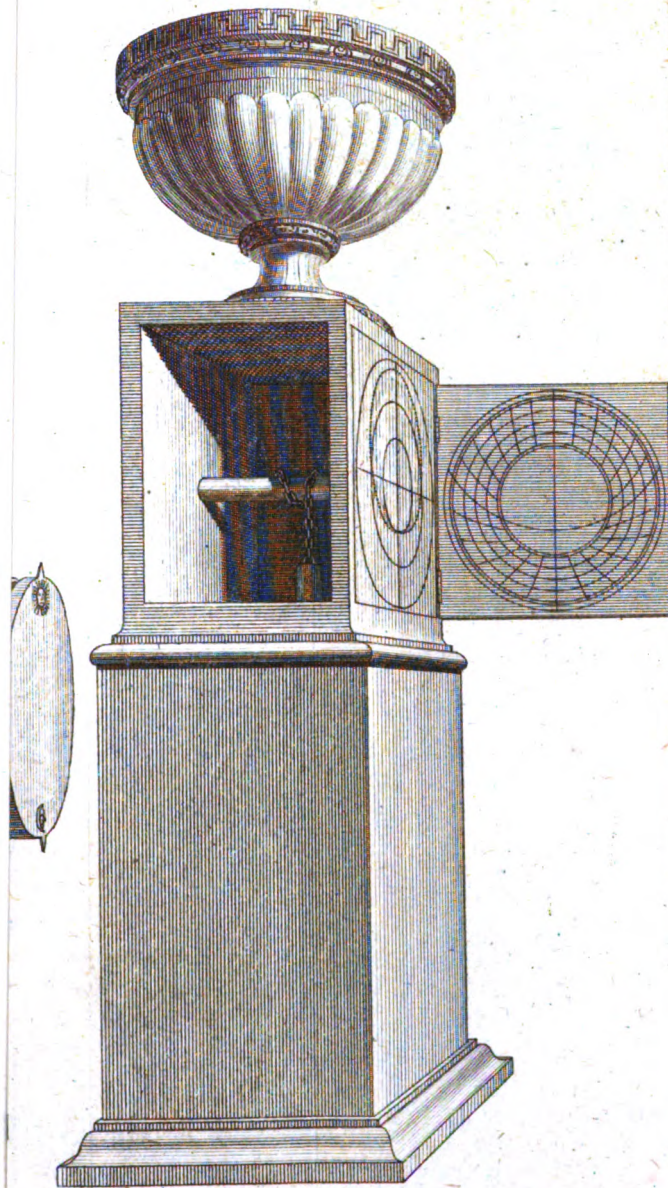
F I N.



Fonrier del.

de la Gardette J

Fig. 6.



de la Gardette Sculp.

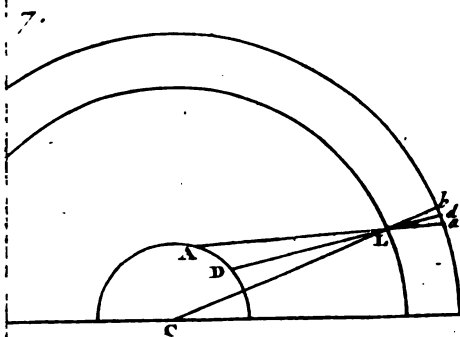


Fig. 7. Bv

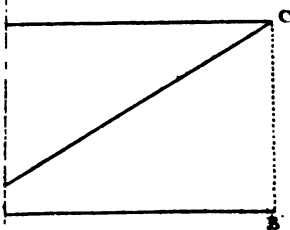
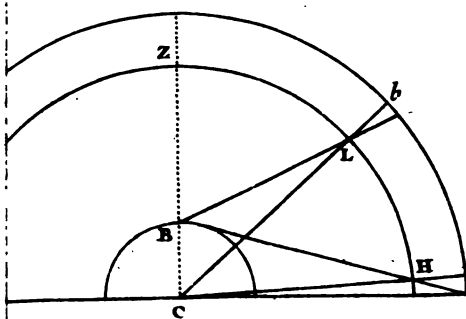


Fig. 8.

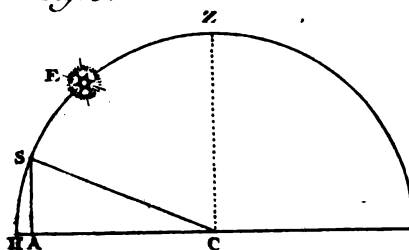


Fig. 9.

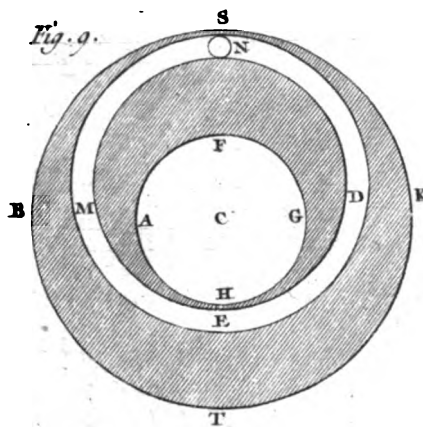
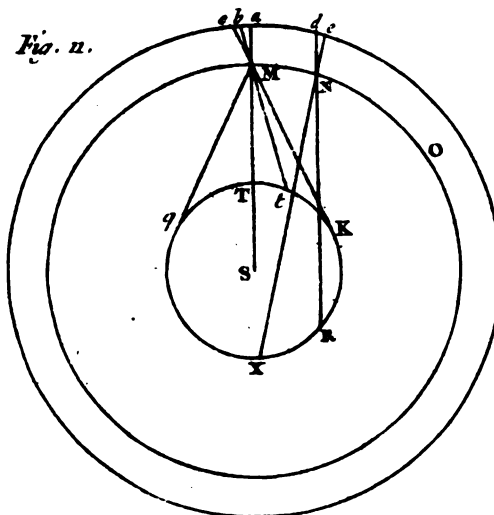


Fig. 11.



Sculp.

Fig. 13.

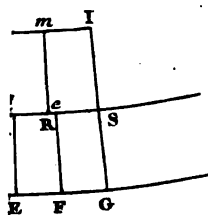
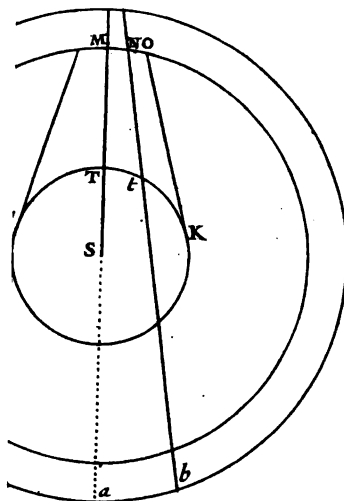
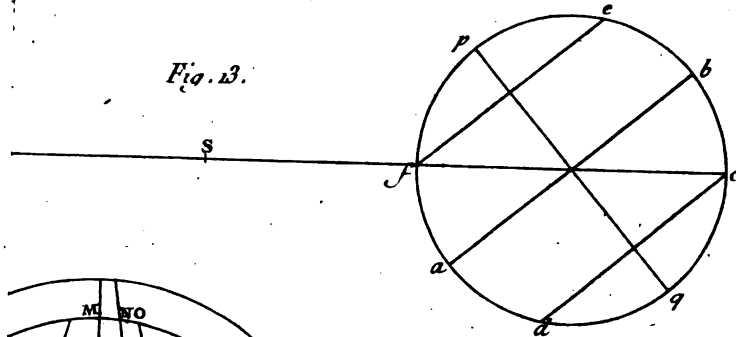
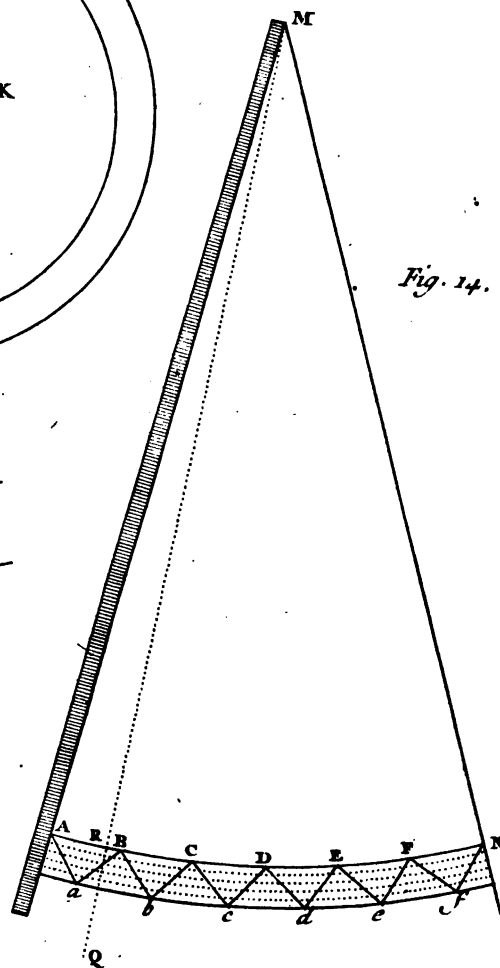
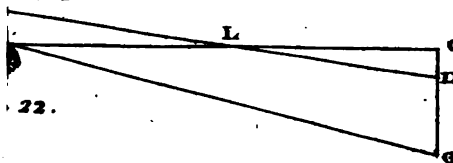
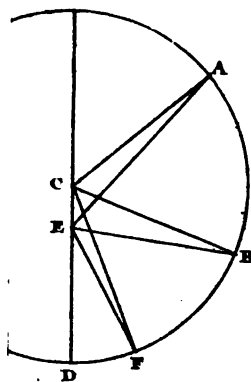
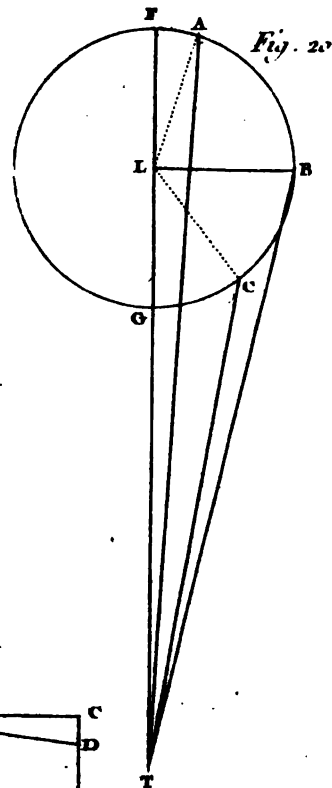
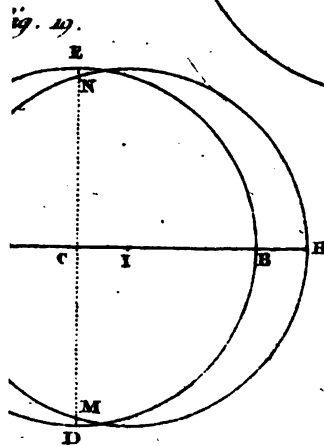
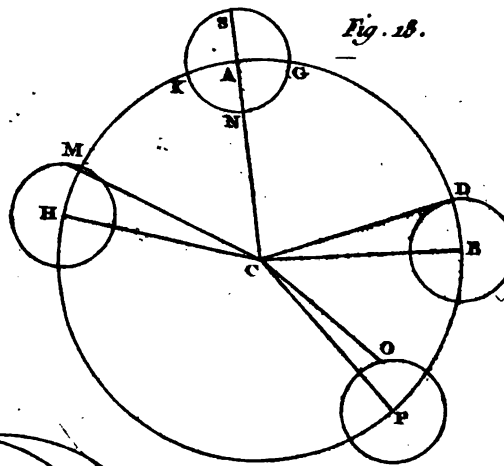


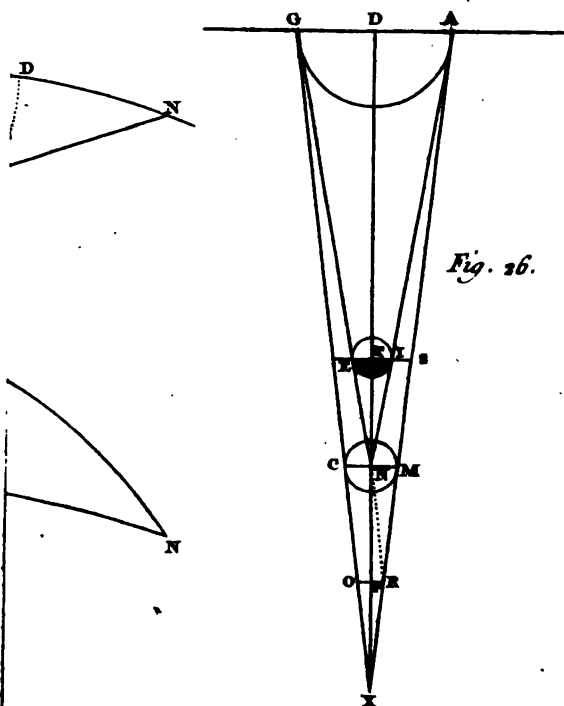
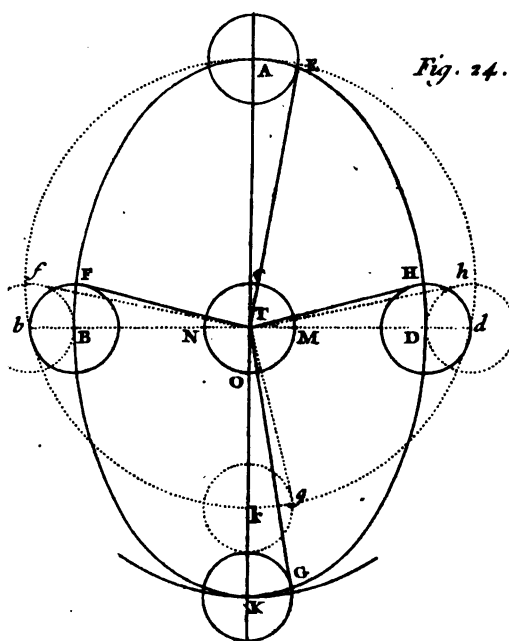
Fig. 14.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY





HEMISPHERE BOREAL.



de la Gardette. Sculp.

HEMISPHERE AUSTRAL.



de la Gardette Sculp.

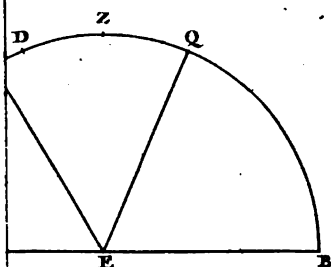


Fig. 29.

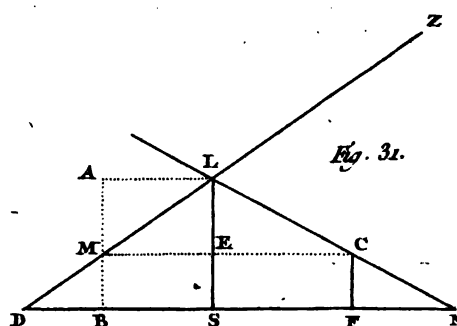
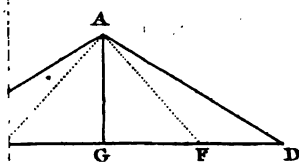
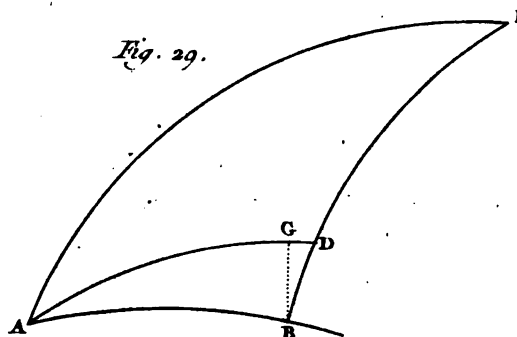


Fig. 31.

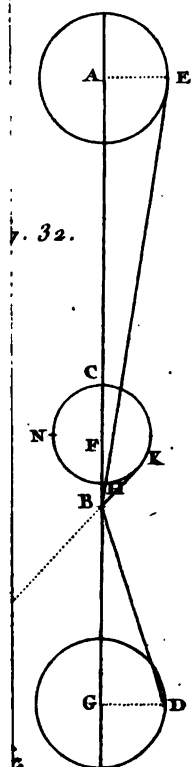


Fig. 32.

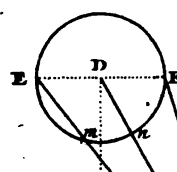
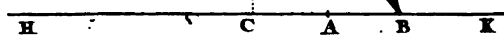
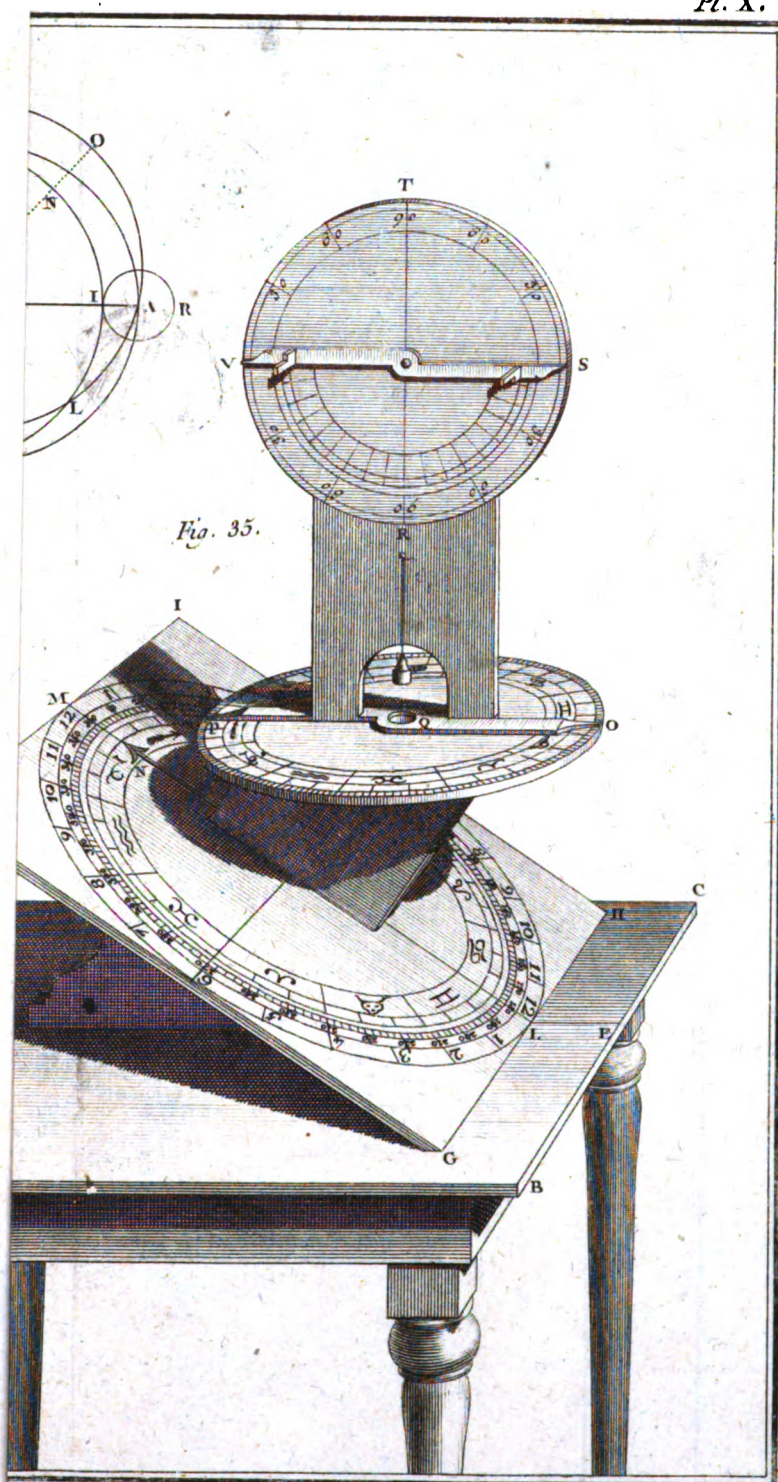


Fig. 33





de la Gardelle Sculp

Fig. 37.

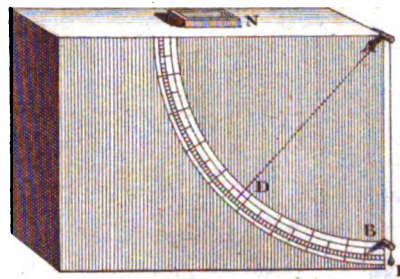


Fig. 38

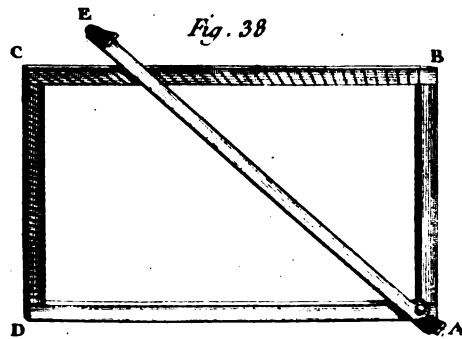


Fig. 39.

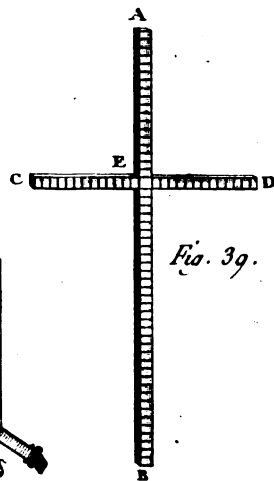
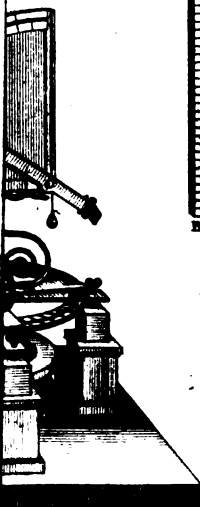
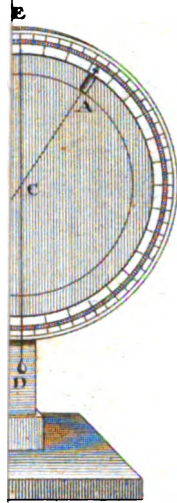
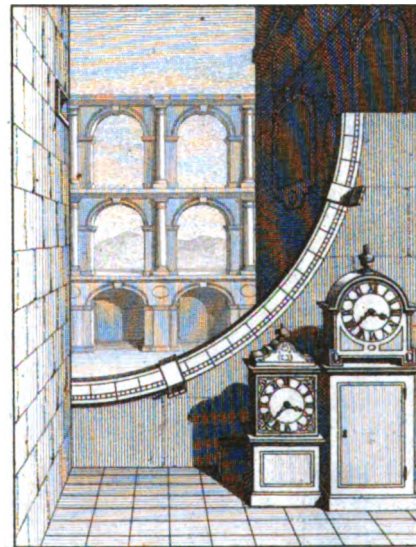


Fig. 41.



42.

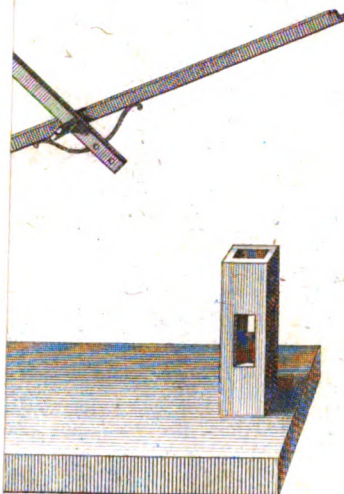


Fig. 43.

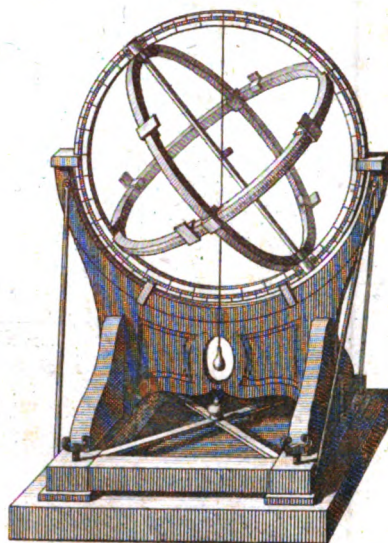


Fig. 44.

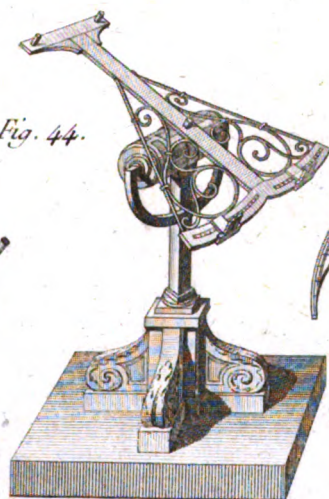
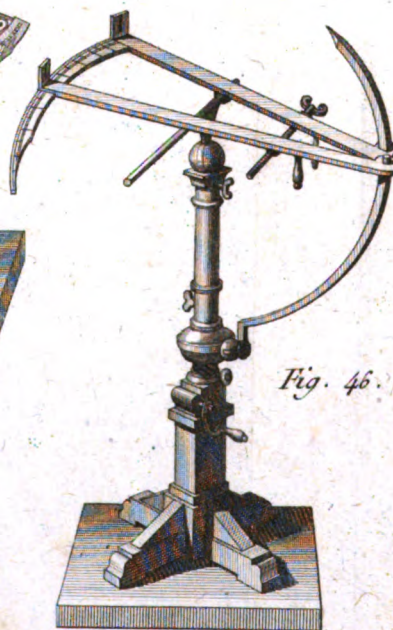
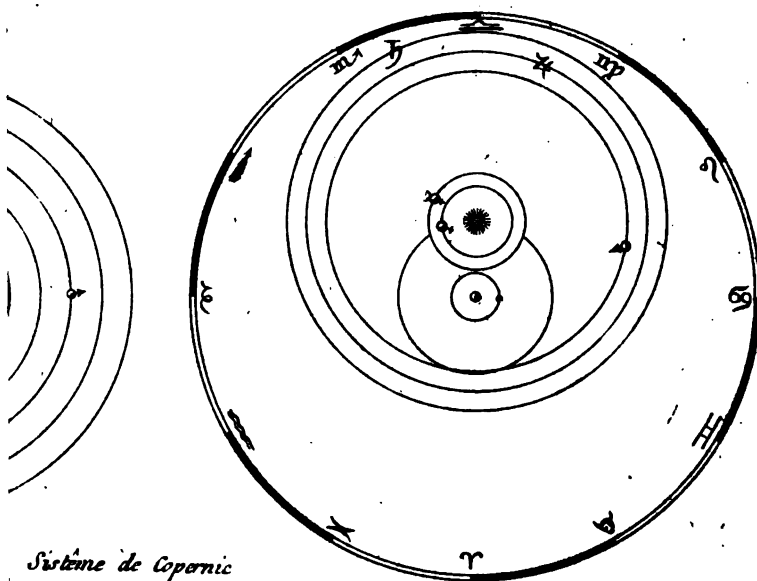


Fig. 46.



Système de Tycho-brahé



Système de Copernic

